

DIE RIECHLEISTUNG DES HUNDES

Übersicht über den Stand der Kenntnisse
mit Experimentalbeitrag
zur objektiven Prüfung von Fährtenhunden

INAUGURAL - DISSERTATION

zur Erlangung
des Grades eines Doktors der Veterinärmedizin
durch den Fachbereich
Veterinärmedizin der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Karl Zuschneid
Tierarzt aus Berlin

Berlin 1973

Aus der Wissenschaftlichen Einrichtung 2 des
Fachbereichs 8 Veterinärmedizin (Institut für
Veterinär-Physiologie, -Biochemie, - Pharmakologie
und - Toxikologie)
an der Freien Universität Berlin

DIE RIECHLEISTUNG DES HUNDES

Übersicht über den Stand der Kenntnisse mit
Experimentalbeitrag zur objektiven Prüfung von
Fährtenhunden

Vorleser: Prof. Dr. W.-J. Simeis
Referent: Prof. Dr. A. Bayer
Korreferent: Prof. Dr. J. F. Müller



Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades
eines Doktors der Veterinärmedizin
durch den Fachbereich Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Karl Zuschneid
Tierarzt aus Berlin

Berlin 1973
Journal-Nr. 810

Gedruckt mit Genehmigung
des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Vorsitzender: Prof. Dr. H.-J. Sinell
Referent: Prof. Dr. A. Bayer
Korreferent: Prof. Dr. L. F. Müller



Tag der Promotion: 14.2.1973

DIE KIRCHENGESCHICHTE DES RHEINLANDS

Verzicht über den Inhalt der Vorlesung mit besonderer
Bezug auf die historische Entwicklung des Rheinlandes

Vorwort	Seite
A. Einleitung	1
B. Hauptteil	1
1. Die kirchliche Entwicklung des Rheinlandes	1
2. Die Kirche der Rheinlande	11
3. Die kirchliche Entwicklung des Rheinlandes	11
C. Einzelne Teile	11
1. Die Kirche der Rheinlande	11
a) Die Kirche der Rheinlande	11
b) Die Kirche der Rheinlande	11
c) Die Kirche der Rheinlande	11
2. Die Kirche der Rheinlande	11
a) Die Kirche der Rheinlande	11
b) Die Kirche der Rheinlande	11
c) Die Kirche der Rheinlande	11
3. Die Kirche der Rheinlande	11
a) Die Kirche der Rheinlande	11
b) Die Kirche der Rheinlande	11
c) Die Kirche der Rheinlande	11
D. Literaturverzeichnis	11
E. Anlagen	11
F. Literaturverzeichnis	11

DIE RIECHLEISTUNG DES HUNDES

Obersicht über den Stand der Kenntnisse mit Experimental- beitrag zur objektiven Prüfung von Fährtenhunden

	Seite
Vorwort	1
A. Einleitung und Fragestellung	2
B. Allgemeiner Teil	
1. Zur biologischen Bedeutung des Geruchssinnes	6
2. Zur Chemie der Riechstoffe	10
3. Zu den morphologisch-funktionellen Grundlagen des Geruchsorgans	16
C. Spezieller Teil	
1. Übersicht über Beobachtungen und Messungen der Riechleistung des Hundes	
a) Beobachtungen unter natürlichen Verhältnissen	19
b) Laboratoriumsversuche	22
c) Fährtenversuche	30
2. Eigene Untersuchungen	
a) Methode, Versuchsplan und Kritik des Verfahrens	38
b) Übersicht über die durchgeführten Versuche	44
c) Ergebnisse	46
d) Diskussion der Ergebnisse	62
D. Zusammenfassung	68
E. Anlagen	70
F. Literaturverzeichnis	79

DIE NICHELEISTUNG DES HUMMES

Übersicht über den Stand der Kenntnisse mit Experimentell-
beitrag zur objektiven Prüfung von Fährtenhunden

Seite

Vorwort

1

A. Einleitung und Fragestellung

2

B. Allgemeiner Teil

5

10

16

C. Spezieller Teil

17

12

13

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

Digitized by the Internet Archive
in 2026

V o r w o r t

Anlaß zu dieser Arbeit ist einmal das Interesse an der erstaunlichen Riechleistung des Hundes gewesen, das eine langjährige Ausbildungstätigkeit und jagdliche Führung von Vorstehhunden immer wieder bei mir erregt haben, zum anderen eine Anregung von A. BAYER, die Beziehung zwischen Schwierigkeitsgrad der Fährten und Nasenventilation quantitativ zu untersuchen, wozu er apparativ-methodische Vorschläge gemacht hat. Die schließlich verwendeten Geräte sind, soweit es sich nicht um industriell gefertigte handelt, von E. SCHÄFFER entwickelt und gebaut worden, der mich in allen technischen und physikalischen Fragen beraten hat. Versuchsplanung und -durchführung lagen bei mir.

Durch die Ausbildung von Jagdhunden war mir bekannt, daß eine Beurteilung der Riechleistung von Gebrauchshunden aufgrund objektiver Messungen bisher fehlt aber sehr erwünscht wäre. Obgleich es nicht an Versuchen gemangelt hat, eine Methode zur Messung der Riechscharfe für den Hund zu erarbeiten, findet keine Anwendung in der Praxis. Jedes Jahr werden mehrere Tausend deutsche Vorstehhunde nach empirischen Regeln geprüft. 1970/71 betrug die Zahl der im Fach Nase geprüften Vorstehhunde 7072 (DGStB Bd.67, 1970/71).

Die Nasenprüfung der vor Wild stehenden Hunde während der Suche im Feld ist nicht unproblematisch und stößt auf zunehmende Kritik (SACHER 1970, BOENING und BOENING 1971). Auch läßt sie sich nicht bei Teckeln, Stöber- und Schweißhunden anwenden.

Die Fährtenarbeit dagegen ist für sämtliche Jagdhundrassen und für die meisten Gebrauchshundrassen von Bedeutung. Hierbei würde die Möglichkeit, Fettsäuren zu verwenden, ein meßbares Variieren des Duftstoffangebots gestatten.

Einleitung und Fragestellung

Hervorragende Riechleistungen von Polizeifährten-, Lawi-nensuch- und Jagdhunden sind in nicht geringer Zahl be-schrieben worden. Wie vor Jahrzehnten die Fährtenarbeit von Polizeihunden bei der Aufdeckung von Mordfällen die Öffentlichkeit interessierte, finden heute "Haschisch"-Suchhunde besondere Beachtung.

Wiederholt sind in den letzten Jahrzehnten von Physiologen, Zoologen und Tierärzten Versuche durchgeführt worden mit dem Ziel, die Riechschärfe des Hundes unter definierten und reproduzierbaren Bedingungen zu messen. Die quantita-tiven Angaben stimmen indessen nicht überein. Zwischen den Untersuchungsergebnissen, wonach der Hund dem Menschen mil-lionenfach überlegen sei, und den fast gleichzeitig entstan-denen anderen, wonach Menschen ebenso gut riechen können wie Hunde, scheint ein unüberbrückbarer Gegensatz zu bestehen. Die benutzten Untersuchungsmethoden sind allerdings unter-schiedlich und erschweren einen Vergleich. Da bei vielen Untersuchungen das Verhalten des Hundes nicht genügend be-rücksichtigt wurde, sind die Ergebnisse oft von zweifel-haftem Wert. Keins der in der Literatur mitgeteilten Ver-fahren erlangte praktische Bedeutung.

Ein Untersucher dieses Gebietes der Sinnesphysiologie steht vor folgenden Schwierigkeiten:

1. Die Duftstoffmengen, die der Hund im allgemeinen wahr-nimmt, sind chemisch-physikalisch nicht meßbar. Ihre Struktur ist häufig noch unbekannt.
2. Fährtenhunde (Polizeifährten- und Jagdhunde, insbeson-dere Schweißhunde) sind monatelang z.T. jahrelang aus-gebildet worden. Solche hochtrainierten und wertvollen Tiere allein dürften für sinnesphysiologische Unter-suchungen geeignet und interessant sein. Ihr Wert jedoch

verbietet einen operativen Eingriff am Tier, der z.B. an der Luftröhre oder am Zwerchfell Informationen über die Atemmechanik liefern würde.

3. Die Aufgabenstellung muß dem Verhalten des Hundes Rechnung tragen,

Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung einer geeigneten Methode der fortgesetzten (elektronischen) Registrierung der Atem- und Herzfrequenz während der Arbeit von trainierten Jagdhunden auf Fährten mit unterschiedlichen Duftstoffkonzentrationen. Um dieses zu erreichen, wurden teilweise definierte Duftstoffe (verdünnte kurzkettige Fettsäuren in bekannter Konzentration) sowie verschieden alte Fährten verwendet.

Fettsäuren sind in vielen biologisch wichtigen Duftgemischen enthalten (z.B. im Schweiß und Blut des Menschen und der Säugetiere). Außerdem zeichnen sie sich durch ein günstiges Löslichkeitsverhalten aus. Sie sind unbegrenzt in Wasser, ferner in Paraffinöl und in Glycerin löslich und einfach zu beschaffen.

Solche Feldversuche sind nicht unproblematisch. Wie wir aus zahlreichen Veröffentlichungen von Jagd- und Polizeihundführern wissen, beeinflussen Luftbewegungen, Luftfeuchtigkeit, Temperatur und andere Faktoren die Haltbarkeit der Fährten. Diese Faktoren können die Fährten in wenigen Minuten stark verändern. Die Konstanz der Fährtenbedingungen ist daher ein fast unlösbares Problem.

Andererseits haben Fährtenversuche beträchtliche Vorteile gegenüber Arbeiten im Labor. Die Fährtenarbeit ist ein Teil der Ausbildung. Sie kommt dem Instinkt und der Psyche des Hundes entgegen. Das trifft vor allem auf die Jagdhunde mit ausgeprägtem Beutetrieb zu.

Ich konnte beobachten, daß der überwiegend von mir verwendete deutsch-drahthaarige Vorstehhund sich erst nach Monaten an das ungewohnte Labor gewöhnte, in dem die technische Überprüfung der elektronischen Geräte vorgenommen wurde. Andererseits vergaßen die Hunde, die noch beim Anlegen des Naseneinsatzes Abwehrbewegungen machten, recht schnell die Apparatur während der Arbeit. Viele Autoren z.B. HEITZENRÖDER (1913), SEFFRIN (1915), STRÖSE (1924), NEUHAUS (1953), BECKER (1957), KRUSHINSKY (1960) berichten von der Abneigung der Hunde gegen Laborversuche. Mit Untersuchungen bei der Fährtenarbeit erhöht sich außerdem die Zahl der geeigneten Probanden, auch unter den Nichtjagdhundrassen.

Ein weiterer Vorteil ist die Aussagekraft eines erfolgreichen Fährtenversuchs. Bei einem Laborversuch mit drei oder vier Duftwahlmöglichkeiten kann die richtige Wahl leichter zufällig sein. Das richtige Verfolgen einer 300 bis 1000 m langen Fährte mit Bögen und Winkeln ist durch Zufall nicht möglich.

Mit vorliegender Arbeit soll versucht werden, an die jahrzehntelangen, tausende von Fährtenversuchen umfassenden, grundlegenden Untersuchungen von MOST, seinen Mitarbeitern und Schülern sowie an die hervorragenden olfaktometrischen Arbeiten von NEUHAUS anzuknüpfen. Diese Untersucher hatten vor Jahrzehnten noch nicht die Möglichkeit, elektronische Registriergeräte einzusetzen. NEUHAUS stand für seine über 5000 Laborversuche im wesentlichen nur ein Hund zur Verfügung.

Dank der heute zur Verfügung stehenden elektronischen Hilfsmittel konnten bei diesen geruchsphysiologischen Untersuchungen Messungen am wenig beeinflussten Tier vorgenommen werden.

Der Untersuchung liegt folgende Arbeitshypothese zugrunde. Da die Atmung im Dienste des Gasaustausches und gelegentlich der Wärmeregulation steht, stellt ihre Verwendung beim "Schnüffeln" in der dem Hunde eigentümlichen Intensität wegen der Konkurrenz der angestrebten Funktionsziele den Organismus vor Ökonomieprobleme. Ein Zusammenhang zwischen der insgesamt zum Riechen erforderlichen motorischen Leistung und der Duftstoffkonzentration war damit wahrscheinlich.

B. Allgemeiner Teil

1. Zur biologischen Bedeutung des Geruchssinnes

Häufig ist die unterschiedliche Riechleistung der verschiedenen Tierarten und des Menschen als Folge unterschiedlicher Wahrnehmungsschwellen angesehen worden. Demzufolge hat man versucht, Schwellenwertbestimmungen für Vergleichspaare Mensch - Hund (SEFFRIN, HEITZENRÖDER, NEUHAUS), Mensch - Biene (v. FRISCH (1918)) und Mensch - Ratte, Maus (NEUHAUS (1950, 1953)) vorzunehmen. Es zeigte sich, daß für manche Riechstoffe die Schwellenwerte sehr ähnlich waren. Für andere hatte z.B. der Hund eine millionenfach tiefere Schwelle als der Mensch. Schließlich gab es Stoffe, die wohl der Hund, nicht aber der Mensch wahrnimmt (Sexualduftstoffe aus dem Urin der Hündin).

Das Tier kann dem Untersucher Sinneseindrücke nicht mitteilen, so daß allein Rückschlüsse aus dem motorischen Verhalten möglich sind. Hier besteht für den Beobachter eine beträchtliche Fehlerquelle. Es ist unerläßlich, daß er die biologische Bedeutung des Riechsinneseines Versuchstieres und die Bedeutung des Duftstoffes kennt.

Nachdem von mehreren Tierarten morphologische Daten, Ergebnisse elektrophysiologischer Untersuchungen sowie zahlreiche Verhaltensbeobachtungen vorliegen, wird deutlich, daß die Riechschärfe (niedrigster Schwellenwert) nur ein Teil des Komplexes Riechleistung ist.

Für einzelne Tierarten (Insekten) kommt es auf äußerste Riechschärfe an, für andere außerdem auf ein hohes Differenzierungsvermögen (Hund, Ratte). Nach BUTENANDT (1955) und HECKER (1959) findet der männliche Seidenspinnerfalter sein Weibchen geruchlich über die erstaunliche Entfernung von 11 km. Der Hund dagegen unterscheidet zwei Duftstoffgemische aus je 4 Fettsäuren, wenn eines

der Gemische zusätzlich eine 5. Fettsäure in einer Konzentration von 6 % enthält (NEUHAUS (1956)).

Schwellenwertbestimmungen sind nur innerhalb der biologischen Grenzen sinnvoll. Für Paarvergleiche (s.o.) muß ein Stoff verwendet werden, der für beide Probanden von ähnlicher Bedeutung ist. Die hochdifferenzierten Sexualduftstoffe scheiden daher aus. Es gibt jedoch Duftstoffe, die für eine ganze Art oder Gattung von Bedeutung sind (Pflanzendüfte für Pflanzenfresser, Haut- und Schweißgerüche für alle Fleischfresser).

Ferner gibt es bei vielen Tieren Gerüche (z.B. bei Schafen, Rindern, Rehen), die für die Mutter-Kind-Beziehung oder das soziale Verhalten (Familiengeruch bei Menschenaffen) von Bedeutung sind. Unterschiedliche biologische Bedeutung und große Differenziertheit sind Merkmale des Riechsinnes, den man zu Unrecht zu den sogenannten niederen Sinnen zählt. LINDAUER (1963) schätzt, daß es im Insektenreich etwa 500 000 tierartverschiedene Lockstoffe gibt. Jeder Lockstoff hat einen anderen Molekülbau. Es ist gelungen, einzelne Lockstoffe synthetisch herzustellen und zur gezielten Insektenbekämpfung einzusetzen.

Für Insekten, Fische und Säugetiere, aber nicht für Vögel, sind Duftstoffe bedeutsam als Lock-, Sexual-, Warn-, Schreck- und Abwehrstoffe. Man hat ihre Wirkung mit denen der Hormone verglichen und für Duftsignale erst das Wort Exterohormone, später "Pheromone" gebildet (KARLSON (1959)). Man unterscheidet Pheromone mit Auslöser-Effekt (Releaser-Effekt), welche eine sofortige Handlung einsetzen oder beenden lassen (z.B. Alarmreaktion, Deckakt) und Pheromone mit Beladungseffekt (Primer-Effekt), welche zu einer allmählichen

Systemänderung (Umstimmung) führen und meist den Empfang späterer Reize vorbereiten.

Bei den Ameisen sind etwa 10 Pheromone bekannt, von denen man annimmt, daß sie auch miteinander kombiniert werden können.

Bei vielen Haus- und Wildtieren ist unsere Kenntnis lückenhaft. Es gibt indessen zahlreiche Beobachtungen. So markierten Rehe, Hamster, Kaninchen, Fleckhyänen, Flußpferde, Katzen, Dachse, Füchse, Bären, Marder und Mäuse ihre Reviergrenze mit Duftmarken (DRÖSCHER (1967)). Ein Überschreiten dieser Grenze durch Rivalen führt zu heftigen Kämpfen. Die Duftstoffe zur Revierbegrenzung stammen z.T. aus speziellen Duftdrüsen (Analdrüsen des Raubwildes, Stirndrüse des Rehbocks), z.T. aus dem Urin und Kot (Flußpferde, Hyänen, Hunde, Füchse, Mäuse).

V.UEXKÖLL und SARRIS (1931) haben bei Hunden die Revierabgrenzung beobachtet. Einzelne Rüden urinierten über 200mal, nachdem sie einen Rivalen "in ihrem Revier" gewittert hatten. Der Angstgeruch der Artgenossen beeinflusst auch Hunde, die zum erstenmal in einer tierärztlichen Praxis sind (eigene Beobachtung). Frischer Marderurin löst bei Versuchsratten Angst aus (REIFF (1956)). Manche Hunde suchen wie Füchse und Marder zum Kotabsetzen markante, meist erhöhte Geländestellen auf wie Sandhaufen und Baumstämme.

Schweine besitzen spezielle Duftdrüsen an den Vorderextremitäten, die Eber noch zusätzlich Präputialdrüsen. Der Geruch des körperwarmen Präputialsekrets führte bei 50 bis 81 % der Sauen zum Duldungsreflex (PORZIG (1969)). Im Verhältnis zum Hund besitzen Schweine ein recht kleines Riechfeld und doch gilt ihr Riechsinn - besonders der Wildschweine (SNETHLAGE (1934)) - als sehr fein. Wie Hunde werden sie in Frankreich zur Trüffelsuche verwendet.

Bei Schafen ist ein Austausch der Lämmer nur innerhalb von 45 Minuten nach der Geburt möglich. Nach längerer Trennung wird auch das eigene Lamm nicht mehr von der Mutter akzeptiert. Zum Wiederfinden des Lammes dienen in den Herden neben akustischen hauptsächlich olfaktorische Signale. Visuelle sind unbedeutend (PORZIG).

Die Riechleistung der Rinder ist wenig beachtet worden. Von halbwilden südamerikanischen Rindern sind sehr gute Riechleistungen bekannt. Beim Grasensuchen werden die Pflanzen geruchlich kontrolliert. Muffig riechende werden ausgeschieden, vitaminreiche bevorzugt. Wie Schafe führen Kühe vor dem Saugakt eine geruchliche Kontrolle des Kalbes durch. Dieses Verhalten kann zu Schwierigkeiten in der Ammenkuhhaltung führen. Für das sexuelle Verhalten des Bullen soll der Geruchsreiz, ganz im Gegensatz zum Rüden, Schafbock und Eber, nur im Zusammenspiel mit anderen Signalen voll wirksam werden.

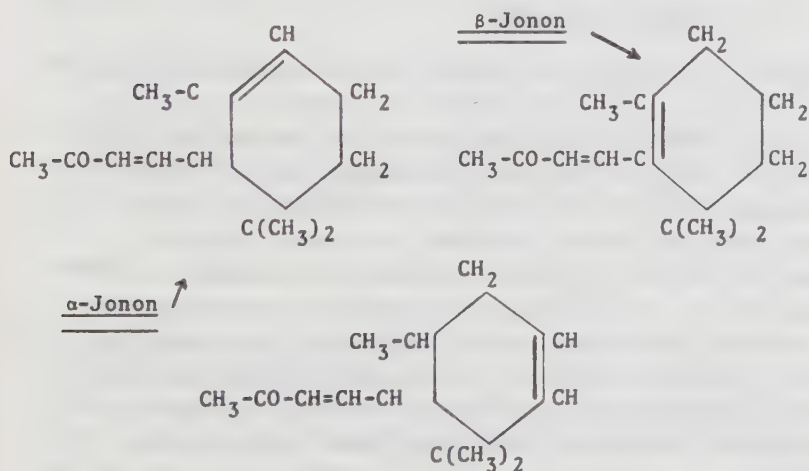
2. Zur Chemie der Riechstoffe

In Analogie zum Farbsehen versucht man bereits seit Jahrzehnten (VOOSTE (1925), AMOORE (1964, 1970), weitere Literaturhinweise bei NEUHAUS (1956) und BOEKH (1972)) die Duftstoffe in Primär- und Mischdüfte oder Standardgerüche einzuteilen. HENNING (1924) versuchte eine Einteilung der Geruchsstoffe nach chemischen Merkmalen und unterschied den Kern (=Osmogen), die geruchstragende Gruppe (=Osmophore) sowie die Bindung von Osmogen und Osmophore (=Geruchsbindung) eines Riechstoffes. Für die Bedeutung dieser Faktoren konnte er - später VOOSTE und jüngst KAFKA (1971) - zahlreiche Beispiele anführen. In einer Reihe von Veröffentlichungen versuchten AMOORE den Molekülbau und WRIGHT (1954, 1970) die molekulare Vibration für den Riechvorgang verantwortlich zu machen. Keine der vielen Riechtheorien hat bisher allgemeine Anerkennung gefunden. Ebensowenig hat man klare Vorstellungen über den Primärprozeß an der Rezeptorzelle. Bei Insekten sind hochspezialisierte Rezeptorzellen nachgewiesen worden (SCHNEIDER (1971)). Für zehntausende von möglichen Geruchsvariationen sind ausschließlich hochspezialisierte Zellen kaum anzunehmen. Für das Kaninchen konnte LEVETEAU (1970) zeigen, daß die Selektivität nur 60 % beträgt und damit relativ gering ist.

Die bisher Überwiegend unbestätigten Vorstellungen über die Grundlagen der Chemorezeption der Riechstoffe erleichtern nicht das Arbeiten auf diesem Gebiet. Einige für den Menschen sowie bei Insekten gefundene Ergebnisse lassen jedoch Rückschlüsse auf die allgemeine Problematik von Geruchsprüfungen zu.

Die einfachste Einteilung der Riechstoffe geschieht nach den beteiligten Elementen, die anorganisch homoatomar ($F_2, Cl_2, Br_2, O_3, P_2, As_2$) und heteroatomar (H_2S, NH_3 etc.)

sein können. Die Mehrzahl der in der Natur vorkommenden Geruchsstoffe besteht nur aus drei Elementen (C,H,O). Biologisch wichtige Duftstoffe wie die Pheromone sind - soweit identifiziert - langkettige Kohlenwasserstoffe. Ferner gibt es unter den Riechstoffen Alkohole (z.B. Geraniol), Aldehyde (z.B. Zitral), Ketone (z.B. Kampfer), Phenole (z.B. Thymol), Phenoläther (z.B. Eugenol), Oxyde (z.B. Eukalyptol), Säuren (Fettsäuren), Säureester (z.B. Benzylbenzoat), Laktone (z.B. Kumin) sowie stickstoff- und schwefelhaltige Verbindungen (z.B. Nitrobenzol, Indol, Senföle). Viele der Riechstoffe liegen in der Handelsform nicht rein, sondern in zwei Formen vor, z.B. α - und β -Jonon und α - und β -Geraniol (v. JAMINET (1949)). In konzentrierter Form riecht α -Jonon nach Zedernholzöl (süß) und β -Jonon nach Teerose (herb). In verdünnter Form riechen beide nach Veilchen, ebenso das aus Jonon hergestellte Iron.

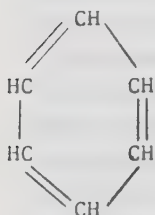


Iron

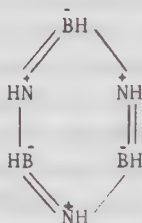
Abb. 1 Beispiele für Duftstoffe, deren olfaktorische Wirkung konzentrationsabhängig ist.

In starker Konzentration sind die Seitenketten und die Doppelbindung von Bedeutung.

Daß chemisch verwandte Stoffe einen ähnlichen Geruch haben können, scheint verständlicher zu sein, als daß nicht verwandte, jedoch im Molekülbau ähnliche einen ähnlichen Geruch besitzen (MCCARTNEY (1968), weitere Beispiele bei VOOSTE).



Benzol



Borazol

Abb. 2 Beispiele für chemisch nicht verwandte aber ähnlich riechende Duftstoffe.

AMOORE hat versucht, die unterschiedlichen Molekülformen zur Grundlage einer Riechtheorie zu machen. Ihr zufolge wäre der Rezeptor ein Schlüsselloch für das Molekül, welches als Schlüssel fungiert. Unabhängig von der Molekülzusammensetzung würde eine ähnliche räumliche Struktur einen ähnlichen Geruch bewirken. Von dieser mechanistischen Vorstellung gibt es mit Sicherheit Ausnahmen. So riechen z.B. so wenig verwandte Stoffe wie tertiäres Butylcarbinol und Menthol nach Pfefferminz: In Reihen homologer Substanzen sind zwar im allgemeinen eng benachbarte Stoffe geruchsähnlicher als weiter entfernte, aber die Geruchsqualität ändert sich nicht immer kontinuierlich (BOEKH).

Isomere Verbindungen haben stets voneinander verschiedene Geruchsqualitäten. Chemisch engverwandte Stoffe wie z.B. Vanillin und Isovanillin unterscheiden sich grundlegend. Isovanillin ist vollkommen geruchlos. Für den Menschen

hat STUIVER (1958) außerdem bei isomeren Verbindungen (o-Xylol, m-Xylol und p-Xylol) unterschiedliche Wahrnehmungsschwellen festgestellt. FIKUART (1968) konnte im Tierversuch nachweisen, daß die Ratten auf die stereoisomeren Stoffe Nerol und Geraniol (vorhanden im Nerolöl) anders als auf Geraniol reagieren.

1971 hat KAFKA eine von ADRIAN schon früher benutzte Methode wieder aufgegriffen, indem er elektrophysiologische Ableitungen von den Antennen der Wanderheuschrecke nach Stimulation mit 370 Duftstoffen aufzeichnete. KAFKA konnte zeigen, daß in den Duftstoffen unterschiedlich aktive, inaktive und hemmende Gruppen verantwortlich zu machen sind.

Beispiel:

höchst wirksam  COOH

sehr wirksam  COOH

wenig wirksam  COOH

wenig oder nicht wirksam  COOH

hemmend  NH₂

Der Einfluß chemischer Gruppen

Während eine C=C Bindung wirksam ist, konnte nach Einführung einer zweiten C=C Bindung keine Antwort hervorgerufen werden. Verbindungen mit mehr als einer C=C Bindung waren stets weniger wirksam. Insgesamt geht aber von der Doppelbindung nicht viel Einfluß aus. Wie zu erwarten war, fand KAFKA verwandte Stoffe mit verschiedenem Effekt und nicht verwandte Stoffe mit einem sehr ähnlichen Effekt. Er bestätigte damit die Ergebnisse von VOOSTE.

Welche Duftstoffe des Menschen können die Hunde erregen? Im menschlichen Schweiß sind acht Fettsäuren (Ameisen-, Essig-, Propion-, Butter-, Valerian-, Capron-, Caprin-, Caprylsäure sowie im Fußschweiß Isovaleriansäure) nachgewiesen worden, die auch für die menschliche Nase von unterschiedlichem Duftcharakter sind. Hinzu kommen Abbau- produkte von Geschlechtshormonen, stoffwechsel- bzw. ernährungsbedingte Duftstoffe (Harnstoff-, Knoblauch-, Zwiebel-, Biergeruch) ferner Indoxyl, Indolderivate sowie bakteriell entstandene Duftstoffe. Die große Zahl der Duftstoffe und die Eigenart der Duftstoffe, stark konzentrationsabhängig zu sein, lassen eine unendlich große Anzahl von Geruchskombinationen zu. Selbst eineiige Zwillinge können von Hunden geruchlich differenziert werden, wie KALMUS (1955) zeigte. VOOSTE hat darauf hingewiesen, daß zahlreiche Geruchsstoffe aromatische Verbindungen sind, und daß aliphatische Verbindungen in nicht geschlossener Ringform vorliegen können. Das kann auch auf Fettsäuren zutreffen, die nach RUSKE (1968) folgendermaßen vorliegen können:

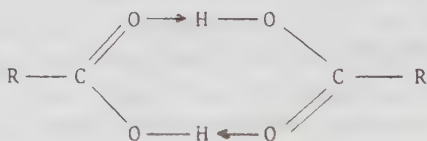


Abb. 3 Fettsäuren bilden in wässrigen, nicht allzu verdünnten Lösungen sowie im Dampfzustand stabile Dimere. Jedes Molekül wirkt als Protonenakzeptor und -donator.

Vorerst können Riechstoffe demnach nicht definitiv formuliert werden. Die in der Natur vorkommenden Duftstoffe (Sexuallockstoffe, Drüsenduftstoffe) sind zudem vielfach noch unbekannt. Sie ändern ihre Qualität ebenfalls mit

der Konzentration. Einzelbausteine der Moleküle können die Wirksamkeit eines Duftstoffes bedingen (z.B. Doppelbindungen, Seitenketten). Es gibt bisher keine zuverlässigen Angaben über den Primärprozeß am Rezeptor. Neuerdings wird ein biophysikalischer Vorgang - Protonenaustausch zwischen Molekül und Rezeptor - vermutet (KAFKA). Nicht nur einzelne Bausteine (Seitenketten) können Duftstoffe inaktivieren, sondern auch zwei verschiedene Gerüche sich gegenseitig aufheben, z.B. Jodoform und Perubalsam (REIN-SCHNEIDER 1971), und zwar auch bei getrennter Einatmung durch beide Nasenhälften.

3. Zu den morphologisch-funktionellen Grundlagen

Bei den Säugetieren liegen die Rezeptoren für Riechstoffe geschützt im doppelt angelegten, aboral blind endenden Nasengrund. Aboral und unten von der Nasenhöhle schließt sich der Nasenrachengang an, der zum Atmungsrachen führt. So können die Duftmoleküle die Rezeptoren nach Passieren der drei Nasenmuscheln erreichen, die von der Nasenöffnung zum Nasengrund führen (nasales Riechen) oder nach Aufnahme von Futter über den Nasenrachengang (gustatorisches Riechen). Beide Arten der chemorezeptorischen Reizung spielen außerdem eine wichtige Rolle für die Geschmackswahrnehmung (REIFF (1956)).

Bei der morphologischen Betrachtung wird den Nasenhöhlen meist wenig Beachtung geschenkt. Dabei fällt der grundlegende Unterschied zwischen dem Riechvorgang des Insekts auf, dessen Informationsgewinnung überwiegend vom Wind abhängig ist, und dem des Säugetieres, welches durch aktives Beatmen des Riechfeldes den Riechakt wesentlich unterstützen kann. Paramedianschnitte durch die Haustierschädel zeigen, daß das Riechfeld von drei Nasengängen unterschiedlicher Länge, Weite und Gestalt belüftet wird. Aus eigener Erfahrung wissen wir, daß bei ruhiger Atmung nur ein kleiner Teil des Riechfeldes von der Luft überstrichen wird. "Schnüffeln" jedoch bewirkt völlig andere Strömungsverhältnisse in dem Kanalsystem der Nasenhöhlen. BRÜGGEMANN und JECKSTADT (1937) haben in einer morphologisch-funktionellen Untersuchung unter Verwendung von Kohlenstaub und anderen Indikatoren den Weg des Luftstromes durch die Nase des Hundes verfolgt. Bei starker Atmung, stellten sie fest, wird die Oberfläche der gesamten Nasenhöhle berührt. Der Hauptstrom der Atemluft geht durch den mittleren Nasengang sowie durch das obere Drittel der unteren Muschel. Ein Teil des mittleren Luftstromes zweigt nach unten ab, der Rest streicht über die Regio

olfactoria. Auch bei schwacher Atmung geht ein geringer Teil der Luft durch den oberen Nasengang und erreicht so das Riechfeld.

Die frühere Einteilung der Säugetiere in Makrosmaten (z.B. Hunde, Kaninchen) und Mikrosmaten (z.B. Menschen, Menschenaffen) geht von der Vorstellung aus, daß Tiere mit einer großen Regio olfactoria (und entsprechend vielen Sinneszellen) über einen besonders feinen Riechsinn verfügen müßten.

Schon makroskopisch zeigen Querschnitte durch das Siebbein, welches die Nasen- von der Schädelhöhle abgrenzt, relativ einfache Verhältnisse beim Menschen, während der Hund und das Pferd über zahlreiche, z.T. doppelte Spiral-lamellen verfügen. Dadurch ist für diese Tierarten eine beträchtliche Oberflächenvergrößerung gegeben. Ferner sind beim Hund die Riechzellen nicht nur im Nasengrund, sondern auch weiter apikal angelegt. Schließlich ist die Zahl der Sinneszellen pro mm^2 bei den einzelnen Tierarten unterschiedlich. Es seien (nach Angaben von NEUHAUS (1955), WIELAND (1938), BOEKH (1972), FIKUART (1968) u.a.) folgende anatomische Fakten zusammengestellt:

	Riechfeld in cm^2	Dichte der Rezeptoren Anzahl pro mm^2	Anzahl d. Rezeptoren in Millionen
Hund			
Dackel	75	$1,7 \cdot 10^4$	125
Schäferhund	150	-	220
Ratte	4	-	7
Mensch	5	$3 \cdot 10^4$	10 - 20
Schwein	4,8	$6,2 \cdot 10^4$	30
Seidenspinner und Nachtpfauenaug			0,04-0,2

Aus den anatomischen Daten läßt sich kein Prinzip ableiten,

welches die Ergebnisse der sinnesphysiologischen Untersuchungen stützt. Bemerkenswert ist, daß Aal und Seiden Spinner trotz des nachgewiesenen hervorragenden Riechsinnes (TEICHMANN (1959), BUTENANDT (1955)) eine im Verhältnis zu anderen Tierarten relativ kleine Anzahl von Sinneszellen haben. Schweine, die einen ähnlich guten Geruchssinn wie Hunde haben (SNETHLAGE (1934)), besitzen wesentlich weniger Rezeptoren als diese. Aufgrund der elektrophysiologischen Arbeiten von SCHNEIDER (1971) müssen verschiedene Rezeptorenklassen vermutet werden; denn selbst benachbarte Sinneszellen reagieren auf einen bestimmten Duft verschieden. Ferner gibt es hochspezialisierte Rezeptoren, die nur auf einen Duft (z.B. Sexuallockstoff) ansprechen. Die absolute Zahl der Rezeptoren wäre demnach durch die Zahlenverhältnisse der Rezeptorenklassen zu ergänzen.

ANDRES (1966) hat bei Ratten, Katzen und Hunden den Feinbau der Regio olfactoria elektronenmikroskopisch untersucht. Eine funktionelle Deutung der Strukturen ist bis heute unsicher, denn die Riechzellen sind besonders klein ($0,3 - 1 \mu$ im Durchschnitt) und unterliegen rasch autolytischen Veränderungen. ANDRES bestätigte weitgehend frühere lichtmikroskopische Ergebnisse. Außerdem ergaben die elektronenmikroskopischen Untersuchungen, daß die sog. Riechhärchen bewegliche Zilien sind.

Die Funktion dieser $8 - 10 \mu$ langen Zilien (Anzahl $6 - 15$, selten 20 , nach BOEKH bis zu 100 beim Hund) sowie die der unterschiedlich dicken Schleimschicht sind unbekannt. ANDRES vermutet, daß die Endspieße der Sinnesgeißeln, die z.T. aus der Mucosa herausragen, überwiegend jedoch in der Grenzschicht enden, die Duftmoleküle aufnehmen. Nach anderen Autoren dienen die Zilien der Verteilung und dem Transport der Duftmoleküle (BOEKH). Ein permanenter Transport ist beim Menschen und beim Frosch nachgewiesen worden. Da die Löslichkeit der gasförmigen Duftstoffe im Schleim Vorbedingung

für die Erregungsbildung ist, kann die Schleimschicht evtl. als Diffusionsbarriere wirken.

C. Spezieller Teil

1. Übersicht über Beobachtungen und Messungen der Riechleistung des Hundes.

a) Beobachtungen unter natürlichen Verhältnissen

Zahlreiche Erfahrungen und unabhängig von einander entstandene Beobachtungen lassen nicht daran zweifeln, daß der Hund einen erstaunlich feinen Geruchssinn besitzt. So berichtete z.B. KORTE (1970) über eine schwierige Fährtenarbeit in einem Kriegsgefangenenlager, in dem der Hund, trotz der vielen Verleitungen durch die 3000 Insassen, die Spur eines Diebes sicher ausarbeiten konnte. ANDREAS (1960), ein jahrzehntelanger Beobachter von Jagdhunden, beschrieb kilometerlange Spurarbeiten seiner Hunde. Insbesondere hob er das Verlorensuchen krankgeschossener Rebhühner, die extrem wenig Witterung hinterlassen, auf trockenem märkischen Dünenand hervor. FREVERT (1952), ein besonders erfolgreicher Abrichter und Führer des Hannoverschen Schweißhundes, teilte wiederholt schwierige Nachsuchen auf Fährten mit, welche älter als 24 Stunden waren.

Solche Beobachtungen, besonders die Ergebnisse der Versuche von ANDREAS führten nach den vorbereitenden Prüfungen zwischen 1954 und 1959 in Bremen, im Sachsenwald und im Pfälzer Wald zu den standardisierten Prüfungen, die seit 1960 von den Vereinen des Jagdgebrauchshundverbandes als sogenannte "Verbandsschweißprüfungen" durchgeführt werden. Dabei wird ein Viertel Liter Wildblut auf einer mehr als 1000 Meter langen Fährte durch Tropfen oder Tupfen verteilt. Solche Fährten werden von Jagdhunden unterschiedlichster Rassen noch nach 24 Stunden Stehzeit (Stufe I) bzw. noch nach 44 Stunden Stehzeit (Stufe II) ausgearbeitet. Beobachtungen über das Verhalten des Hundes, über das Wetter,

Wildvorkommen und eventuelle Störungen werden in einem Kurzprotokoll von 3 vom Jagdgebrauchshundverband anerkannten Richtern festgehalten. Die Anforderungen, die bei dieser Prüfung an die Hunde gestellt werden, sind besonders hoch. Die Durchfallquote liegt in der Regel zwischen 30 und 50 %, bei einzelnen Prüfungen mit erschwerenden Witterungsbedingungen (Sturm, starker Regen) auch bei 100 %. Die Ergebnisse dieser Prüfungen werden wie die der übrigen Jagdhundprüfungen jährlich im DGStB (Deutsches Gebrauchshunde Stammbuch) veröffentlicht. Von 1960 bis 1970 haben von 1698 Hunden 1101 (= 65 %) die 24 Stunden alte Fährte und von 199 Hunden 138 (= 69 %) die 44 Stunden alte Fährte bis zum Wildstück ausgearbeitet (DGStB Bd. 67, 1970/71).

Auf mehreren anderen Verbands- bzw. Zuchtvereinsprüfungen jagdkynologischer Vereine wird vornehmlich die Hundenase während der Feldarbeit geprüft. Hierbei wird von 3 anerkannten Richtern aus der Entfernung zwischen dem vorstehenden Hund und dem Wild (Rebhühner, Fasanen, Hasen) unter möglicher Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse der Ausbildungsstand von einjährigen, eineinhalbjährigen und älteren Hunden geschätzt und in Zensuren festgehalten. Soweit möglich, wird diese Prüfung mehrmals wiederholt. Dieses Verfahren, welches auch zur Erbwertschätzung herangezogen wird, ist in letzter Zeit auf Kritik gestoßen. BOENING und BOENING (1971) stellten die Nasenbeurteilung der in der Bundesrepublik Deutschland von 1956 bis 1970 auf Jugendprüfungen geprüften Vorstehhunde (Gesamtzahl: 33727) zusammen, wobei sie einer ihrer Meinung nach zu hohen Prozentsatz sehr guter Zensuren in diesem Fach (ca. 60 %) feststellten. SACHER (1970) ging sogar so weit, wegen der Problematik der Nasenbeurteilung die Aufgabe dieses Prüfungsfaches vorzuschlagen.

Mit einem gewissen subjektiven Anteil bei der Bewertung der Riechschärfe der Hundenase ist zu rechnen. Ohne

Zweifel wurden von einigen Beobachtern andere Leistungen des Hundes (Gedächtnis, Orientierungssinn und Informationsverarbeitung durch andere Sinnesorgane) nicht immer genügend berücksichtigt. Dennoch ist wohl kaum an der Schärfe des Riechsinn des Hundes zu zweifeln. Dafür ist die Zahl der bei der Jagd und bei den Jagdhundeprüfungen entstandenen Beobachtungen zu groß. Wegen der im allgemeinen stets unterschiedlichen Bedingungen sind hier Vergleiche jedoch schwierig und exakte Messungen sind fast ausgeschlossen. Es erstaunt nicht, daß sich die Beobachter in der Beurteilung der Hundenase nicht immer einig sind. Auch über die Riechschärfe der verschiedenen Hunderassen gibt es bisher nur Vermutungen. HENNING (1919) unterstützte die vielfach behauptete, experimentell jedoch nicht geprüfte Ansicht, daß manche Hunderassen (z.B. Windhunde) nur einen mangelhaften Riechsinn hätten. Der Windhund und der Boxer von SACHER jedoch zeigten vor Wild ähnliche Nasenleistungen wie Vorstehhunde. Auch das Ehepaar MENZEL verwendete für seine eindrucksvollen Geruchsversuche Boxer. Die seit Jahrhunderten auf Nasenleistung gezüchteten Jagdhunde dürften entsprechende genetische Voraussetzungen im höheren Maße besitzen. WHITNEY (1955) teilte mit, daß Deutsche Schäferhunde, Dobermann-Pinscher und Boxer von Hunden übertroffen werden, bei denen ein Elternteil ein Jagdhund war.

In Schweden (neuerdings auch in Berlin) wird zum Auffinden von Rauschgift nicht der sonst viel verwendete Deutsche Schäferhund, sondern eine Jagdhundrasse (Labrador-Retriever) verwendet (TRIEBEL (1970), PORSCHE (1972)). Möglicherweise spielen interindividuelle Unterschiede eine größere Rolle als Unterschiede zwischen den Rassen. Schließlich haben als Lawinhunde ausgebildete Deutsche Schäferhunde Verschüttete unter 4 bis 5 m hohen Schneemassen noch nach über 50 Stunden gefunden (HEYER (1966)).

b) Laboratoriumsversuche

Der Begriff des Geruchskontinuums der Tiere und des Hundes wurde im 19. Jahrhundert von verschiedenen Autoren diskutiert (HENNING). 1913 führte HEITZENRÜDER und 1915 SEFFRIN Laboratoriumsversuche mit einem Spitz durch. Beim still sitzenden Hund, der seine Nase in einen Glastrichter einführte, wurden die Brustkorbbewegungen als Druckschwankungen mittels einer Mareyschen Kapsel auf einem Kymographion registriert. In den Glastrichter konnte ein konstanter Luftstrom geleitet werden, dem verschiedene Duftstoffe beigemischt werden konnten. HEITZENRÜDER stellte fest, daß der Hund Riechstoffe ähnlich wie der Mensch wahrnimmt, jedoch seine Reaktion bei Blütengerüchen (Veilchen, Rosen) deutlich schwächer ist. Stark dagegen war die Reaktion schon bei 3 Tropfen Hündinnenurin, dessen Duftstoffe in dieser geringen Menge vom Menschen nicht wahrgenommen wurden.

SEFFRIN stellte mit der gleichen Methode für verschiedene Stoffe das Minimum perceptibile fest. Die tiefste Schwelle hatten Xylol, Toluol, Benzylsäureamylester, Anisaldehyd und Äther. Im mittleren Bereich lagen Formaldehyd, Safrol, Jasmin und Narzisse sowie natürliche Riechstoffe wie Hündinnenurin und Rehfleischpreßsaft. Ein relativ hoher Schwellenwert wurde für Rosenöl gefunden. SEFFRIN folgerte aus seinen Versuchen, daß der Mensch dem Hund bei reinen Riechstoffen überlegen sei, bei Riechstoffen tierischen Ursprungs, die immer Gemische darstellen, sei der Hund dem Menschen weit überlegen. Welche Molekülmengen tatsächlich aus dem Fleischsaft oder aus dem Blut in die Umgebung diffundierten, war nicht zu ermitteln. Allgemein war festzustellen, daß der Hund bei schwächeren Konzentrationen kürzere Zeit schnüffelte. Die Schnüffelfrequenz pro Sekunde lag etwa bei 5, wobei sich das Schnüffelbild von der normalen Atmung unterschied. HENNING konnte jedoch in zwei Dressurversuchsserien zeigen, daß Hunde nach entsprechender

Einarbeitung zahlreiche Pflanzengerüche wahrnehmen können. Das motorische Verhalten hängt nach HENNING nicht mit der Reizschwelle zusammen.

BUYTENDIJK führte 1920 Fährten- und Laborversuche mit trainierten Polizeihunden durch. In den Fährtenversuchen beobachtete er das Verhalten des Hundes, ferner die Einwirkung von Luftströmungen und die Beeinflussung durch den Hundeführer. Bei seinem ersten Versuchsaufbau im Labor sollten die Hunde bei falscher Wahl des Geruchsstoffes mit einem schwachen Induktionsstrom bestraft werden. Wegen der sehr starken Reaktion der Tiere mußte diese Methode aufgegeben werden. Bei der zweiten Methode hatte sich der Hund zwischen zwei Klappkästen zu entscheiden. Nach richtiger Wahl wurde der Hund mit Futter belohnt. Es wurden Blindversuche eingeschaltet. Die Duftstoffe wurden in Paraffin oder Wasser gelöst und in kleinen Glasschalen zur Wahl gestellt. Die Hunde erkannten eine 0,1 % Lösung von Nitrobenzol in Paraffinöl, in weiteren Verdünnungsstufen machten die Hunde zunächst Fehler, schließlich nach weiteren Versuchen wurde auch eine 0,01 % Lösung richtig gewählt. In sehr schwachen Konzentrationen konnte Benzaldehyd und Nitrobenzol nicht mehr getrennt werden. Selbst in einem Gemisch von 5 Duftstoffen wurde ein Anteil von 0,1 % Nitrobenzol-Lösung sicher herausgefunden. Während der Versuche kam es zu einer Krise, d.h. die Hunde differenzierten schlechter. In der Regel reichte aber eine 0,25 % Nitrobenzol-Lösung stets für die richtige Wahl aus, was menschliche Versuchspersonen nicht erreichten. BUYTENDIJK ließ ferner Küvetten mit verdünnten Säuren von den Hunden apportieren. Für die richtige Wahl reichten folgende Mengenverhältnisse zwischen Duftstoff und Lösungsmittel:

	Duftstoff / Lösungsmittel		
Schwefelsäure	1	:	10^7
Salzsäure	1	:	10^6
Fettsäuren (Ameisen-, Essig-, Capryl-, Capronsäure)	1	:	10^6
Milchsäure	1	:	10^5
Oxalsäure	1	:	10^4

Zwischen den einzelnen Fettsäuren stellte er keinen Unterschied fest. Offensichtlich war die Methode hierzu nicht geeignet. Sie gestattet auch keine Schätzung der Anzahl der Moleküle im Luftraum oberhalb der Lösung. BUYTENDIJK diskutierte die Fehlerquellen solcher Untersuchungen und forderte, bei ihrer Interpretation große Vorsicht walten zu lassen.

Nach orientierenden Versuchen von STRÖSE führte HOEFT (1924) Riechschärfemessungen bei verschiedenen Arbeitshunderassen (Schäferhunde, verschied. Jagdhundrassen) durch. STRÖSE und HOEFT beurteilten die Versuchsanordnung früherer Autoren skeptisch und benutzten daher eine sehr einfache Methode. Den seit 24 Stunden nüchternen, aber nicht durstigen Hunden wurde eine blau gefärbte Fleischbrühe in verschiedenen Verdünnungsstufen vorgesetzt und die Leckreaktion bewertet. Die Stammlösung (1:10) wurde aus Liebigs-Fleischextrakt, .T. auch aus Maggi-Brühwürfeln hergestellt. STRÖSE führte nach HOEFT noch ergänzende Untersuchungen durch, die er 1924 veröffentlichte. Von 27 Hunden zeigten 10 zunächst überhaupt kein Interesse für die Verdünnung 1:15 oder 1:20, die vom Menschen mit Sicherheit geruchlich wahrgenommen wurde. Diese Hunde mußten erst durch Abrichtung für die Versuchsaufgabe interessiert werden.

Die genannten Autoren kamen zu folgenden Ergebnissen:

Verdünnungs- stufe	1:25	1:30	1:35	1:40	1:45	1:50	1:55
positive	1 J.		3 J.	5 J.	4 J.	2 J.	1 J. ? ⁺⁾
Reaktion	5 Nj.	5 Nj.		2 Nj.			

J. = Jagdhund

Nj. = Nichtjagdhund

⁺⁾ ? = schwierig zu beurteilende Reaktion des Hundes

Die meisten Jagdhunde zeigten bei der Verdünnungsstufe 1:40 eine positive Reaktion und übertrafen damit die Nichtjagdhunde.

Rückschlüsse auf eine eventuelle unterschiedliche Riechschwelle lehnte STRÜSE ab. Die Methode erscheint zwar einfach, jedoch ist die Reaktion der Hunde recht schwierig zu beurteilen. So verweigerten z.B. über 1 Jahr alte Hunde diese Art der Prüfung.

Die Ablehnung der sogenannten Individualgeruchstheorie durch MOST veranlaßte LÖHNER (1924, 1926, 1927) seine 1912 begonnenen Laborversuche wieder aufzunehmen. Er konnte zeigen, daß Hunde und auch Menschen regionale Körpergerüche (Gesicht, Füße, Achselhöhlen, Schamgegend) unterscheiden können. Danach fällt es dem Menschen leichter Regionalgerüche als Individualgerüche zu unterscheiden. Auch die Riechschärfe des Hundes konnte LÖHNER in einem zwar einfachen, aber eindrucksvollen Versuch nachweisen: unter verschiedenen Holzstücken, die alle vor dem Versuch auf 150° C erhitzt worden waren, mußten die Hunde das einzige vom Menschen berührte herausfinden. Nach einer Berührung von etwa 2 Minuten gelang das mit Sicherheit. Nach intensiver Berührung mit der Handfläche konnte diese Zeit sogar auf nur 1 bis 2 Sekunden verkürzt werden. Auch eine starke Verwitterung mit stark riechenden Alkoholen oder Ölen behinderte die richtige Wahl nicht.

In einer weiteren Versuchsserie mußte die Hündin "Bella" ein bestimmtes Holzstück unter mehreren von fremden Menschen berührten herausfinden. In dieser Serie zeigte die Hündin wiederum eine 100 % Sicherheit. LÖHNERS Versuche zeigten also, daß Hunde regionale wie individuelle Gerüche des Menschen mit außerordentlich großer Sicherheit differenzieren können. Er selbst beurteilte seine Ergebnisse zurückhaltend, insbesondere wohl unter dem Einfluß der Untersuchungen von MOST (1926). LÖHNERS Ergebnisse wurden aber kurze Zeit später von dem Ehepaar MENZEL (1933) eindrucksvoll bestätigt. Auch diese Untersucher erzielten eine Trefferquote von 100 % beim Anzeigen von Geruchsübereinstimmung. Die Hunde konnten Witterungskonserven (Kleidungsstücke in verschlossenen Gläsern) noch nach 6 Monaten wiedererkennen.

1955 konnte KALMUS zeigen, daß Hunde eineiige Zwillinge geruchlich unterscheiden können. KING und Mitarbeiter wiesen 1964 nach, daß Hunde menschliche Geruchsspuren (Fingerabdrücke auf Glasplatten) innerhalb der Laboratoriumsräume noch nach 6 Wochen und im Freien noch nach 3 Wochen wahrnehmen können. Diese Versuche lieferten jedoch keine quantitativen Angaben.

Das trifft auch auf die Untersuchungen von KRUSHINSKY (1946, 1960) zu, der ein an die Versuche von BUYTENDIJK und HOEFT erinnerndes Verfahren bei Gebrauchs- und Jagdhunden erprobte: der Lockstoff (meist Fleischstückchen) wurde in zwei Duftwahlkästen den seit 24 Stunden nüchternen Hunden angeboten. Der Duftstoff hatte eine unterschiedliche Anzahl von Filterschichten aus Stoff zu passieren. Als Maß für die Riechscharfe nahm er die Anzahl der Filterschichten, durch die hindurch noch Gerüche perzipiert wurden. Außerdem beurteilte er die Aktivität bei der Suche (Grad-Einteilung I - IV).

Von 195 Hunden ließen sich 41 nach diesem Verfahren nicht prüfen, da sie sich zu passiv gegenüber dem Reiz verhielten. Bei den übrigen Hunden gab es große Unterschiede. KRUSHINSKY meinte aus der Zahl der Filterschichten und dem Grad der Suche einen Korrelationskoeffizienten bilden zu können, der die Fährtenhundqualitäten sicher ausdrücken soll. Die große Zahl der passiven Hunde macht deutlich, wie problematisch die Beurteilung des Verhaltens ist. Quantitative Angaben sind mit dieser Methode ohnehin nicht möglich. Aber auch eine grobe Unterscheidung der Hunde ist nicht einfach, denn eine sekundäre Duftverunreinigung der Filterschichten oder der Wahlkästen war nie ganz auszuschließen.

Die ersten präzisen und außerdem recht umfangreichen Laboruntersuchungen führte NEUHAUS (1953, 1955, 1956a,b, 1957, 1958) mit einem von ihm entwickelten Olfaktometer durch. Auch hier hatte sich der Hund unter mehreren Duftwahlkästen zu entscheiden. Die Fettsäuremengen wurden in einer Kapillare mikroskopisch gemessen

und danach einem Mischkessel und einem Röhrensystem, welches ein meßbares Verdünnen der Duftstoffmenge pro ccm Luft gestattete, zugeführt. Der Hund arbeitete frei unter Sichtkontrolle. Das Verhalten des Hundes wurde fortlaufend protokolliert. Insgesamt führte NEUHAUS in mehreren Jahren über 5000 Versuche durch. Nach seiner Auffassung besitzt der Hund ein 10^6 bis 10^8 mal besseres Riechvermögen als der Mensch. Theoretisch besteht die Möglichkeit, daß ein einzelnes Molekül bereits die Erregung eines Rezeptors bewirkt. Die enorme Riechschärfe des Hundes führte er hauptsächlich auf die große Anzahl der Rezeptorzellen zurück, die beim Schäferhund bis zu 220 Millionen betragen soll. Hinsichtlich des Differenzierungsvermögens konnte NEUHAUS (1956) zeigen, daß Hunde Fettsäurengemische unterscheiden können, wenn eines der Gemische Spuren einer weiteren Fettsäure in einer Gesamtkonzentration von 3 bis 6 ‰ enthielt. Auch stellte er fest, daß die Riechschwelle für Fettsäuregemische tiefer liegt als für ihre einzelnen Fettsäuren. Das spricht nach seiner Auffassung für das Vorhandensein von Rezeptorenklassen.

Eine sehr wesentliche Feststellung war die Veränderung der Riechschwellen nach Verfütterung von Buttersäure und α -Jonon, die eine charakteristische Erhöhung der Riechschwelle zur Folge hatte. Die Riechschwelle erhöhte sich zunächst um das 12fache (innerhalb von 24 Stunden), sank dann ab und erreichte nach 5 Tagen ein Minimum bei einem Drittel. Nach weiteren 14 Tagen wurde die Ausgangshöhe erreicht. Die Riechstoffe α -Jonon und Buttersäure beeinflussten sich dabei gegenseitig nicht. NEUHAUS vermutete, daß die Fettsäuremoleküle nach der Resorption im Darm über das Blut das Riechepithel erreichen, die Rezeptoren "besetzen" und dadurch die Erregbarkeit der Rezeptoren senken. Für diese Annahme sprechen humanmedizinische Beobachtungen über das "intravenöse" (hämatogene) Riechen nach Verabfolgung von Medikamenten (BEDNÁR und LANGFELDER (1929)).

Die Untersuchungen von NEUHAUS nehmen in der Literatur eine Sonderstellung ein, da sie nicht nur recht umfangreich sind, sondern auch so präzise wie möglich durchgeführt worden sind. Leider führte er seine Versuche nur mit einem einzigen Hund, der Foxterrierhündin "Putsch" durch; die Einarbeitung eines zweiten Tieres wurde von ihm aufgegeben. Auch bei "Putsch" traten Krisen auf, die eine erneute wochenlange Einarbeitung des Hundes erforderten.

Noch umfangreichere Fettsäureversuche mit zwei Hunden stellten MOULTON, ASHTON und EAYRS(1957, 1960) an. In einer Versuchskammer mußten die Hunde unter vier Wahlstellen den Duftstoff finden. Die richtige Wahl wurde mit Lichtsignalen dem Hundehalter angezeigt, danach wurden die Hunde belohnt. Der Versuchsleiter war dabei isoliert. Die gelösten Duftstoffmengen befanden sich in Metallgefäßen, welche belüftet wurden. In ihren 50 688 Versuchen stellten die Autoren eine individuelle und eine duftstoffspezifische Riechschwelle fest, allerdings in einer völlig anderen Größenordnung als NEUHAUS. Die festgesetzten Schwellenwerte lagen zwischen $6 \cdot 10^{22}$ Molekülen pro Liter für Ameisensäure und $6 \cdot 10^{13}$ Molekülen pro Liter für Capronsäure, nach NEUHAUS also im Bereich der menschlichen Wahrnehmung. Die Verfasser zweifeln aufgrund ihrer Ergebnisse die Richtigkeit der NEUHAUSschen Riechschärfemessungen für den Hund an. Sie gestehen dem Hund lediglich eine dem Verhältnis der Riechzellen entsprechende höhere Riechleistung zu, wobei sie eine Summation für möglich halten. Nach NEUHAUS wäre der Hund dem Menschen im Schwellenvergleich millionen- bis hundertmillionenfach überlegen. MOULTON, ASHTON und EAYRS nehmen wie ADRIAN an, daß die Empfindlichkeit der einzelnen Rezeptorzelle bei Hund und Mensch etwa gleich ist. Der Unterschied besteht nach ihrer Auffassung in der unterschiedlichen Leistung des Gesamtorgans, bedingt durch die unterschiedliche Rezeptorzahl. Bei der Bewertung dieser sehr unterschiedlichen Ergebnisse darf nicht vergessen werden, daß die Untersuchungsmethoden nicht vergleichbar sind. Die Berechnung der

Molekülmengen durch MOULTON und Mitarbeiter in den Luftturbulenzen oberhalb der Lösungen erscheint recht problematisch.

Die einzige Arbeit, die die Ergebnisse von NEUHAUS zu stützen scheint, ist die von MYZNIKOV (1958), der sich mit seinen Schwellenwerten (in g/l) im Bereich von 10^{-13} bis 10^{-24} für Ammoniak, von 10^{-13} bis 10^{-24} für Essigsäure und $5 \cdot 10^{-14}$ bis 10^{-20} für Thymol bewegt. Nach MYZNIKOV gibt es eine Beziehung zwischen guter Fährtenarbeit und hoher Riechschärfe.

Die erste Mitteilung von BECKER und Mitarbeitern (1957) brachte nach Auffassung der Verfasser noch keine zufriedenstellenden Ergebnisse über Geruchsversuche mit 36 Hunden. Die Hunde waren dem Versuchsaufbau gegenüber zu ängstlich. Die Beurteilung des Verhaltens war daher sehr schwierig. Später (1962) teilten die Autoren Riechschwellenwerte für Hunde mit, die vom Menschen eindeutig nicht erreicht werden. Ein quantitativer Vergleich mit anderen Ergebnissen ist schwierig, da Konzentrationen in mg per Tropfen Lösungsmittel angegeben werden.

C. Fährtenversuche

Die ersten systematischen Fährtenversuche stellte SCHMIDT, F. (1910) an, nachdem Polizeifährtenhunde einige als sensationell empfundene Erfolge gezeigt hatten. Vor allem für gerichtliche Gutachten war es notwendig geworden, die Leistungsfähigkeit des spursuchenden Hundes sicher beurteilen zu können. Bei SCHMIDT findet sich folgende Fragestellung: "Ist der Geruch ein Stoff oder rührt er von Schwingungen, Ausstrahlungen des Körpers her?" Durch das Auswaschen der Geruchsstoffe mit Wasser konnte er die stoffliche Natur des Geruchs nachweisen. Das Vorhandensein von Fettsäuren im menschlichen Schweiß war bekannt. Er beschrieb als erster, daß die Geruchsstoffe entweder direkt oder nach Diffusion durch die Bekleidung (Handschuhe, Schuhwerk) hindurch auf die berührten Gegenstände bzw. auf den Boden gelangen. Seine weiteren Versuche sollten zwei Fragen beantworten: Begünstigt eine erhöhte Schweißsekretion die Nasenarbeit des Hundes und welchen Einfluß haben Wetter und Boden auf sie?

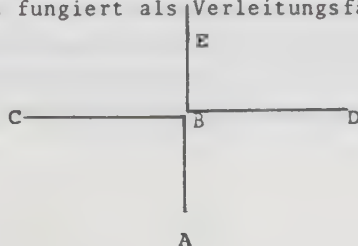
Für die Polizeihundearbeit beschrieb er nach über 200 Feldversuchen folgende begünstigende Faktoren:

1. starke Schweißsekretion beim Verfolgten infolge Arbeit, Angst, Wut und Alkoholgenuß,
2. Ausschwemmung der im Schuhwerk gespeicherten Duftstoffe durch hohe Bodenfeuchtigkeit, insbesondere durch Tau,
3. Verwitterung des Schuhwerks durch intensive Geruchsstoffe am Tatort,
4. weicher Boden, Laub, Wiesen.

Erschwerend wirken

1. Verflüchtigen der Geruchsspuren durch Wärme oder Wind,
2. Verdünnung der Spur durch starken Regen,
3. staubiger und harter Boden (Stein, Asphalt),
4. Einwirken von chemischen Stoffen, die den Geruch überlagern (Jodoform, Petroleum) oder neutralisieren (Ammoniak, Humussäuren) sowie die Überlagerung durch Verleitungsfährten.

Ferner weist er auf die psychische Einstellung des Hundes hin, die durch eine ungünstige Ernährung oder lange Eisenbahnfahrten verändert sein kann. Versuche, den Körperschweiß abzuwaschen oder mit neuem Schuhwerk eine "geruchlose" Spur zu legen, zeigten, daß man dadurch die Arbeit des Hundes nur erschweren, aber nicht unmöglich machen kann. Auch sind die Hunde in der Lage, Wagen-, Fahrrad- und Gummistiefelspuren auszuarbeiten. Trotz eindeutiger Versuchsergebnisse machte SCHMIDT darauf aufmerksam, daß eine erfolgreiche Fährtenarbeit nur als Indiz zu bewerten ist. Das ist später nicht genügend beachtet worden, so daß es vor und nach dem I. Weltkrieg zu heftigen Diskussionen über den Wert der Polizeihundearbeit auf Verbrecherfährten kam. Das veranlaßte den Preußischen Minister des Innern, 1913 von dem anerkannten Polizeihundabrichter MOST ein Gutachten einzuholen. MOST standen mehrere Polizeifährtenhunde zur Verfügung. Er entwickelte folgendes Fährtenschema, welches als MOST-sches Fährtenkreuz in die Literatur eingegangen ist. Ein Fährtenleger bewegt sich von A nach C und einer von D nach E, wobei sie sich in B treffen. Der Hund wird in A angesetzt. Die Strecke DBE fungiert als Verleitungsfährte.



Da praktisch alle Hunde der Verleitungsfährte B-E folgten und noch weitere Fehler machten, schloß MOST aus seinen Versuchen:

1. Die Hunde sind nicht in der Lage, dem Fährtengeruch eines bestimmten Menschen - dem Individualgeruch - zu folgen; sie sind nicht "fährtenrein".
2. Die Hunde können aufgrund des Fährtengeruchs keine Gegenstände identifizieren (sog. Witterungsübereinstimmung).
3. Die Hunde können nur Fährten bis zu einem Alter von 5 Stunden verfolgen.

1925 wiederholte er diese Versuche und kam zu den gleichen Ergebnissen. Ihre Veröffentlichung führte zu heftigen Kontroversen, da die Anhänger der Polizeihundabrichtung (HANSMANN, BÖTTGER) den Einsatz von Polizeihunden bedroht sahen und auf wesentlich bessere Resultate bei der praktischen Arbeit verweisen konnten. Physiologische und psychologische Faktoren bei der Fährtenarbeit wurden in den folgenden Diskussionen nicht genügend getrennt, so daß es zu erheblichen Mißverständnissen kam. MOST war der Ansicht, daß nach dem gegenwärtigen Stand der Abrichtung die Polizeifährtenhunde erwiesenermaßen nur der mechanischen Veränderung des Erdbodens folgen, die zur Verdunstung der Säfte der zertretenen Pflanzen und mikrobiellem Wachstum führen. Nach MOST waren die Hunde überwiegend aus psychologischen Gründen zur Fährtenreinheit nicht fähig. Für BÖTTGER, HANSMANN, BLUNK und für das Ehepaar MENZEL dagegen waren die auf den Erdboden übertragenden Duftstoffe spurleitend (BLUNK 1926).

Es folgten Versuche von beachtlichem Umfang:

MOST führte von 1927 bis 1930 1268 Versuche durch.

BELLEVILLE von 1930 bis 1935 1458 Versuchsfährten mit 4404 Verleitungen, HANSMANN und BÖTTGER berichteten für die Zeit

von 1925 bis 1932 von tausenden von Versuchen in der Staatlichen Zucht- und Abrichtanstalt für Polizeihunde in Grünheide, ohne eine genaue Zahl zu nennen. MOST setzte seine Arbeit in mehreren Versuchsserien fort. Mit der von ihm entwickelten Fährtenbahn (Seilbahn) stellte er mit einem großen Rad durch aufmontierte Porzellanschuhe Fährten ohne menschlichen Geruch her, zum anderen zog er Versuchspersonen im Schwebesitz dicht über den Erdboden, ohne daß von ihnen der Boden berührt wurde. Die Versuche ergaben, daß die Hunde der Porzellanschuhfährte wie einer Menschenfährte folgten und daß mit dem Schwebesitz ohne Bodenberührung keine Fährten herzustellen waren. MOST sah seine früher vertretene Ansicht bestätigt, daß die Hunde primär einem Mischduft aus zertretenen Pflanzen, Kleintieren sowie dem Leder- und Schuhgeruch folgen. Durch eine psychologisch verbesserte Abrichtungsmethode gelang es schließlich MOST selbst, Fährtenreinheit bei dem von ihm verwendeten Hund auf der Eigenfährte des Hundeführers zu erreichen. Fast gleichzeitig konnten BLUNK, MENZEL und MENZEL und etwas später auch Polizeihundabrichter der Polizeidirektion München die Fährtenreinheit auf Fremdfährten nachweisen (MOST und BRÜCKNER (1936), SCHMID B. (1935, 1937)).

Mit Barfußfährten auf dem Eis konnte HANSMANN (1931) zeigen, daß die Schweißdrüsenstoffe des Menschen allein leitend sein können. Diese Versuchsergebnisse führten zu einer Annäherung der Standpunkte und 1938 konnte BELLEVILLE ein definitives Urteil abgeben: der auf einem 1/2 qm großen, 3 Minuten lang zertretenem Duftfeld angesetzte Fährtenhund kann mit einer Sicherheit von 86 bis 97 % unter normalen mikroklimatischen Bedingungen und Bodenbeschaffenheiten einer Fährte folgen. Die Sicherheit, eine Verleitungsfährte abzulehnen, liegt bei 100 %, falls der Zeitunterschied zwischen den beiden Fährten 10 Minuten beträgt, schon bei einem Zeitunterschied von mehr als 3 Minuten wird eine mindestens ausreichende Sicherheit erreicht. Jede Fährte hat ihren Eigengeruch (BÖTTGER, HANSMANN), der nicht mit dem Körpergeruch des Fährtenlegers übereinstimmt.

Daher ist es für einen Hund unmöglich, aus der Fährtenarbeit heraus einen Menschen oder einen Gegenstand zu identifizieren. Da jede Fährte ihren charakteristischen Geruch hat, kann der erfahrene Hund ältere und jüngere Fährten des gleichen Fährtenlegers ohne besondere Schwierigkeiten differenzieren. Ebenso bringt ein Austausch des Verleiters und des Fährtenlegers keine Schwierigkeiten mit sich.

Auch das Problem der Duftstoffübereinstimmung (sog. Witterungsübereinstimmung) zwischen Person und Gegenstand konnte von BLUNK, MENZEL und MENZEL geklärt werden. Hunde sind nach einer entsprechenden, allerdings komplizierten monatelangen Abrichtung in der Lage, nach einer Duftstoffnahme bei einer Person einen dieser Person gehörenden Gegenstand unter zahlreichen anderen Gegenständen anderer Personen herauszufinden. MENZEL und MENZEL konnten eine Trefferquote von 100 % erreichen und auch Straftaten in Zusammenarbeit mit der Kriminalpolizei praktisch erklären. Auch LÖHNER hatte wie schon erwähnt in ähnlichen Versuchen gezeigt, daß Hunde Gegenstände, die nur wenige Sekunden von einem Menschen berührt worden waren, olfaktorisch identifizierten. Alle Versuche einer Identifizierung von Gegenständen innerhalb einer Fährte mißlangen (BÖTTGER).

Die jahrelangen Fährtenversuche führten zu zuverlässigen Angaben über die Stehzeit von menschlichen Fährten. Sie wurden 1957 von ANDREAS erneut bestätigt.

Maximale Stehzeit der menschlichen Fährte in Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren:

Faktoren	Stehzeit in Stunden	Autoren
Felsiger Boden, Asphalt	0	BÖTTGER, v. ENDE
Sandboden (trocken)	0	BÖTTGER
Heiße, trockene Luft	3	BÖTTGER
Sonneneinstrahlung	3	BÖTTGER
Starker Regen (je nach Dichte der Pflanzendecke)	Min.-Std.	BÖTTGER
Starke Luftbewegung	3	BÖTTGER
Sandboden (feucht)	6	BÖTTGER
Schatten bzw. bedeckter Himmel	12	BÖTTGER
Geringe Luftbewegung bei sonst günstigen Bedingungen.	12	BÖTTGER, v. STEPHANITZ
Thermisch stabile Lagerung erdnaher Luftschichten (z.B. nach Frostnächten)	12 - 24	BÖTTGER, MOST
Boden mit Pflanzen oder Laub	12 - 18	HANSMANN, MOST, ANDREAS
Geringe Niederschläge (Regen wenige mm, Schnee bis zu 4 cm Höhe)	12 - 24	BÖTTGER, MOST
Sehr hohe Luftfeuchtigkeit bei Zusammentreffen aller begünstigenden Faktoren	24 48	BÖTTGER, MOST HUYGHEBAERT MCCARTNEY, PORSCHE
ohne Einfluß: Frost bis -20° C		BÖTTGER, MOST

Die Höchststehzeit von 48 Stunden (HUYGHEBAERT vor 1914) bestätigte PORSCHE (1972) für mehrere der sehr guten Hunde der Berliner Kriminalpolizei. Das bedeutet eine Leistungssteigerung um das Zehnfache seit den Versuchen von MOST (1913).

Leider sind Messungen der meteorologischen Bedingungen während der Fährtenarbeit häufig unterblieben, obwohl KÖLZER bereits 1928 auf diese Notwendigkeit aufmerksam machte.

Auch ist mit diesen Angaben über die Stehzeiten keine Aussage über die Qualität oder Quantität der menschlichen Duftstoffe verbunden. Die Schweißsekretion des Fährtenlegers dürfte bei den üblichen Fährten nicht allzu unterschiedlich sein.

Jedenfalls bringt die Benutzung neuer Schuhe oder von Einlegesohlen andere Ergebnisse (SCHMIDT, F.; BELLEVILLE). Hierüber gibt es in der Literatur keine genauen Angaben. Einen Hinweis geben uns aber die langen Stehzeiten der Straftäterfährten, die z.T. auf erhöhte Schweißsekretion während und nach der Tat (Angst-, Arbeitsschweiß) zurückgeführt werden. Von 1738 (unzerstörten!) Straftäterfährten konnten 560 (=32,2 %) von Polizeifährtenhunden erfolgreich gearbeitet werden (BÖTTGER). Zu der erhöhten Schweißsekretion kommen vor allem bei Einbrüchen und Diebstählen noch andere begünstigende Faktoren: Die Tat geschieht nachts (günstige mikroklimatische Verhältnisse), der Täter sucht einsame Wege und weicht Personen aus.

Nicht zu Unrecht weist BÖTTGER darauf hin, daß in mehreren Jahrzehnten durch die Polizeihundearbeit kein nachgewiesener Justizirrtum entstanden sei, andererseits seien mehrfach Unschuldige vom Tatverdacht befreit worden.

1967 untersuchte HONHON erneut das Differenzierungsvermögen der Hunde auf der Fährte, wobei er nicht das Fährtenkreuz, sondern ein Y-Schema benutzte. An der Gabelung des Y hatten sich die Hunde zu entscheiden. Er stellte fest, daß die richtige Wahl abhängig ist erstens von der Strecke der Ansuchfährte und zweitens von der zeitlichen Differenz zwischen dem richtigen und dem falschen Schenkel der Fährte. Ist die Fährte ca. 800 m lang, so wählen die Hunde in 75,5 bis 84,5 % der Versuche den richtigen Abschnitt, ist sie nur ca. 50 m lang, so wählen

die Hunde nur in ca. 45 % den richtigen Abschnitt. Ist die zeitliche Differenz zwischen Verleitung und Fortsetzung der Fährte nur 15 Minuten, so liegt die richtige Entscheidung zwischen 65 % und 75 %. Beträgt die zeitliche Differenz 1/2 Stunde, so liegt die richtige Entscheidung zwischen 70 % und 75 %. Beträgt die zeitliche Differenz 1 Stunde, so liegt die richtige Wahl bei 75 bis 85 %. Auch das Erkennen der Fährtenrichtung prüfte er und stellte dabei fest, daß die Hunde 81 bis 87,5 % der Fälle die richtige Richtung an der Gabelung des Y einschlugen. BELLEVILLE (1938) hatte bei dieser Frage, allerdings arbeitete er mit einer völlig anderen Versuchsanordnung, ein positives Ergebnis in 47 % der Versuche erzielt. UCHIDA (1956) untersuchte unter Verwendung des MOST-schen Fährtenkreuzes den Einfluß von Fettsäuren auf die Fährtenarbeit japanischer Polizeihunde. Z.T. verwitterte er ein Stück der Fährte mit Buttersäure, oder er intensivierte den menschlichen Fährtengeruch durch Einreiben der Stiefel mit Fettsäuren. Er stellte fest, daß sich nur untrainierte Hunde durch einen Zusatz von Buttersäure irritieren lassen. Aber auch hochtrainierte Hunde werden von der Kapronsäure (6 C-Atome), Caprylsäure (8 C-Atome) und Caprinsäure (10 C-Atome) abgelenkt. Quantitative Angaben machte er nicht.

Die Untersuchungen von HONHON (1967) stimmen abgesehen vom Erkennen der Fährtenrichtung gut mit den früheren Ergebnissen der deutschen Untersucher (MENZEL und MENZEL, MOST, BRÜCKNER) überein. UCHIDA bestätigte die Versuche von SCHMIDT, F. hinsichtlich des Fehlens eines Verdeckungseffektes durch einen besonders intensiven Duftstoff. Seine Angaben, daß Fettsäuren mit 8 bis 10 C-Atomen die Sucharbeit der Hunde behindern, finden in der Literatur keine Bestätigung.



2. Eigene Untersuchungen:

a) Methode, Versuchsplan und Kritik des Verfahrens

Die Registrierung der Atmung während der Fährtenarbeit des Hundes wurde durch die Bewegungen der Atmungsluft im Zentrum der Nasenöffnungen vorgenommen. Hier enden zwei Plastikschläuche, die einen Teil der Atemluft dem Meßfühler zuleiteten. Als Meßfühler wurden nacheinander erprobt:

1. beheizte NTC-Widerstände
2. Kristall-Mikrofon (UHER-Knopflochmikrofon)
3. Druckwandler (Fluginstrumente - Firma HORNIG)

Die NTC-Widerstände wurden bei Ein- und Ausatmung in unterschiedlicher Reihenfolge durch den Atemstrom gekühlt, so daß je nach Anblaserichtung entsprechende Spannungsänderungen in einer Brückenschaltung erzeugt wurden. Dieser Fühler lieferte gute Aufnahmen der Richtung des Atemstromes in der Nase, sowoh

bei Ruheatmung, wie bei allen normalen Gangarten des Hundes und auch auf leichten Fährten. Durch Schaltungsmaßnahmen konnte eine Unabhängigkeit der Anzeige von der jeweiligen Umgebungstemperatur erreicht werden. Bei forcierter Atmung, d.h. bei raschem Wechsel und Ungleichheit von Ein- und Ausatmung zeigte dieser Fühler eine zu große Trägheit, die sich trotz geringster Abmessungen der Widerstände nicht weiter verringern ließ. Beim Mikrophon wurden die Anblasgeräusche aufgezeichnet, die durch ihr charakteristisches Bild in der Registrierung eine Unterscheidung von Ein- und Ausatmung ermöglichten. Eine genaue zeitliche Analyse der Atemphasen war nicht möglich. Nebengeräusche, auch die unmittelbar am Hund entstehenden, störten sehr. Neben wenigen sehr guten Schreibungen gab es Fährtenabschnitte, die überhaupt nicht ausgewertet werden konnten.

Die meisten Atemregistrierungen wurden daher mit einem Druckwandler der Firma "Fluginstrumente Hornig - Berlin" aufgezeichnet, der eigentlich zur Registrierung der Steiggeschwindigkeit von Flugzeugen verwendet wird.

Dieser Druckwandler mit seinem Verstärker und Spannungsfrequenzwandler (Mittenfrequenz: 3000 Hz) der EKG-Verstärker mit seinem Spannungsfrequenzwandler (Mittenfrequenz: 5400 Hz), welche von E. SCHÄFFER entwickelt wurden, befanden sich in einer Ledertasche wie ein Sattel auf dem Rücken des Hundes (s. Fotos). Die drei Brustwandelektroden für das EKG lagen unter dem breiten Gurt des Hundegeschirrs. Von diesem Hundegeschirr lief je ein abgeschirmtes Kabel entlang des ca. 6 m langen Suchriemens zum UHER-Tonbandgerät, Stereo 4200. Vom Akkumulator, der wie das Tonbandgerät vom Hundeführer getragen wurde, führte ein Versorgungskabel zum Druckwandler, zu den Verstärkern und Spannungsfrequenzwandlern. Die Tonbandaufnahmen wurden mit einem Frequenzspannungswandler decodiert und mit einem SCHWARZER-Schreiber (Typ: PEE 4) geschrieben. Die 2. Tonbandspur diente bei einem Teil der Aufnahmen der fortlaufenden mündlichen Protokollierung über ein UHER-Knopflochmikrophon.



Für die Vorversuche wurden 5 deutsch-drahthaarige Vorstehhunde, für die Hauptversuche 3 Hunde dieser Rasse verwendet, die einen vergleichbaren Ausbildungsstand und die ihre Nasen- und Fährtenleistungen auf zahlreichen Prüfungen des Zuchtvereins und des Jagdgebrauchshundeverbandes nachgewiesen hatten. Die Vorversuche dienten der Klärung der Frage, unter welchen Bedingungen Fährten mit künstlichen Duftstoffen durchführbar sind. In den Hauptversuchen sollten in zwei Serien der Einfluß der Fährtenstehzeit und der Einfluß eines sehr hohen, mittleren und sehr geringen Duftstoffangebots auf die Nasenluftbewegungen untersucht werden. Sämtliche Fährten wurden nach Planung mit Hilfe von Karten des Vermessungsamtes (Maßstab 1:4000) mit Gummistiefeln stets in einem ähnlichen Gelände (Laubmischwald) bei festgelegten Bedingungen (Wind, Wetter) und unter ständigem Geländewechsel gelegt. Die Buttersäure wurde im Labor abgemessen und in Blut oder Glycerin gelöst, wobei 20 % des Lösungsmittels durch Wasser ersetzt wurden. Die Fettsäurefährten wurden mit einem vereinfachten Dauertropf

fortlaufend getropft, wobei unter ständiger Augenkontrolle darauf geachtet wurde, daß sich eine möglichst ununterbrochene Tropflinie ergab. Zwischen den Fettsäurefährten wurden mehrfach Blindversuche durchgeführt, welche zeigen sollten, ob der Hund während der Fährtenarbeit andere Hilfen (Fährte des Fährtenlegers, Geländekenntnisse) benutzte.

Der Naseneinsatz war das eigentliche Problem, ganz im Gegensatz zur übrigen Apparatur (Geschirr, Sattel). Der Einsatz war zwar ohne Frage geeigneter als eine Maske, es kam jedoch anfangs doch zu Abwehrbewegungen der Hunde. Erst nach einer gewissen Gewöhnung auf der Fährte "vergaßen" die Hunde den Naseneinsatz. Er wirkte aber gelegentlich als Fremdkörper, wobei er selbst weniger diese Rolle spielte, sondern vielmehr die Ansammlung von Feuchtigkeit, die in dem Schlauch zur Tröpfchenbildung führen konnte. Die Tröpfchen konnten teilweise wieder in die Nase gelangen und Niesreflexe auslösen. Insgesamt hat sich der Naseneinsatz des Hundes durchaus bewährt.

Eine Eichung der Apparatur hinsichtlich der Geschwindigkeit des Atemstromes in den Nasenöffnungen war leider nicht möglich. Innerhalb der gleichen Schreibung konnten aber die Amplituden als größer oder kleiner beurteilt und damit Strömungsgeschwindigkeiten unterschieden werden.

Eine hier auftauchende Frage, ob Hindernisse, gegen die der Hund stößt, und die beim angestregten Arbeiten auftretenden Beschleunigungskräfte zu Fehlern in der Schreibung führen, glaube ich beantworten zu können: In einem Laborversuch wurden heftige rhythmische und arhythmische Schleuderbewegungen simuliert. Sie führten zu keiner meßbaren Veränderung in der Nulllinie.

In der Leistungsphysiologie spielt die psychische Einstellung des Probanden eine wesentliche Rolle. Wie wir aus der Literatur wissen, kam es bei fast allen Hunden, deren Geruchssinn untersucht wurde, zu Krisen. Das Verhalten des Hundes und die Einwirkung des Führers (Beruhigen oder Ermuntern) entscheiden daher mit über den Versuchserfolg. Mit der Auswahl von trainierten Jagdhunden einer Rasse wurde versucht, die interindividuelle Schwankungsbreite gering zu halten. Ferner wurde versucht, die Hunde möglichst in der gewohnten Weise zu führen.

Die Konstanz der Fährtenbedingungen ist immer kritisch zu beurteilen. Die Psyche des Hundes erfordert einen ständigen Geländewechsel. Andererseits muß man sich um ein vergleichbares Gelände bemühen. Da das Wetter die Fährten verändern kann, müssen gleiche Wetterbedingungen möglichst eingehalten werden. Es wurde daher z.T. bewußt ein relativ kurzes Fährtenalter gewählt. Das machte erforderlich, nach den Fettsäurefährten Blindversuche (Verlängerung der Fettsäurefährte ohne Duftstoff, Kreuzen der künstlichen Fährte) zur Überprüfung einzuschalten. Zwar zeigte sich, daß die Hunde nach der Ausarbeitung einer Fettsäurenfährte nicht auf eine gleich alte Führerfährte überwechseln. Es ist damit jedoch nicht bewiesen, daß die Hunde in der Fettsäurefährte nicht auch Duftmoleküle des Fährtenlegers wahrnehmen. Bei einer relativen Feuchte von 30 bis 50 % scheint mir eine Stehzeit für die Fettsäurefährte von ca. 6 Stunden als ausreichend. Für die Führerfährtenversuche wurde ein leicht regnerisches Wetter mit einer Lufttemperatur zwischen 9 und 14° C gewählt. Messungen mit dem Haarhygrometer nach FUESS hatten gezeigt, daß es bei einer geringeren relativen Feuchte stärkere Unterschiede am Boden praktisch von Meter zu Meter geben kann. Das trifft vor allem auf eine wechselnde Wetterlage (Sonneneinstrahlung bei wechselnder Bewölkung)

zu. Erfahrungsgemäß gelingt es trotz großer Mühe selten, die Fährtenbedingungen konstant zu halten. Für die Fettsäurefährten wurde das Duftstoffangebot zwischen 8,8 g (= 1/10 molar) und 0,55 g (= 1/160 molar) pro Liter Lösungsmittel variiert, so daß ein quantitativer Einfluß des Duftstoffes trotz der Schwierigkeiten im Gelände erwartet werden durfte. Für die Fettsäurefährte mit Konzentrationsstufen wurde das Duftstoffangebot so gewählt, daß ich die beiden leichten Stufen (1/10 + 1/20 mol. Lsg.) ohne große Schwierigkeiten selbst wahrnehmen konnte, während die schweren Stufen (1/80 + 1/160 mol. Lsg.) von den Hunden sichtlich erhöhte Arbeit erforderten.

b) Übersicht über die durchgeführten Versuche

Zunächst wurden Fährtenversuche ohne jede Apparatur gemacht, die eine große Abschätzung der Stehzeit der Fährten unter den jeweiligen Witterungsbedingungen möglich machen sollten. Da Buttersäure der Hundennase m.W. bisher nur im Laborversuch angeboten worden war, mußte in Fährtenversuchen geklärt werden, ob die Buttersäure in den Fährten allein, d.h. ohne die Fährte des Fährtenlegers leitend sein kann. Das Verhalten der Hunde gab den Anlaß, Fettsäuregemische in verschiedenen Lösungsmitteln zu verwenden. Es wurden benutzt: Buttersäure, Propion-, Ameisen-, Essig-, Capronsäure und die Lösungsmittel Wasser, Paraffinöl, Glycerin, Zellulosekleister und verdünntes Schweineblut. Einige Male wurde auch eine Mischung aus verdünntem Schweineblut und Schafpensensaft verwendet. Um den Einfluß der unvermeidlichen Fährte des Fährtenlegers zu untersuchen, d.h. um die Stehzeit der Fährte des Fährtenlegers beurteilen zu können, wurden unter festgelegten Bedingungen verschieden alte Führerfährten ohne Buttersäure den Hunden angeboten. Um Fährten mit möglichst geringem Einfluß durch den Fährtenleger herzustellen, wurden Fahrradfährten gelegt und ihre Ausarbeitung geprüft. Des weiteren wurde der Einfluß der Schuhbekleidung des Fährtenlegers untersucht, indem die Fährten mit vorher mit Wasser gereinigten Gummistiefeln gelegt wurden.

Insgesamt wurden bei diesen Vorversuchen 5 Hunde (deutschdrahthaarige Vorstehhunde) auf 60 Fährten untersucht. Die Länge der Fährten war unterschiedlich. Sie entsprach der jeweiligen Fragestellung. In der Regel wurde eine Länge von 700 bis 1000 m bevorzugt. Um Ermüdungserscheinungen gering zu halten oder zur technischen Kontrolle wurden aber auch bewußt kurze Fährten von nur 300 m Länge ausgearbeitet. Das Prinzip ihrer Anlegung bestand darin, dem Hund möglichst wenig Anhaltspunkte zu liefern, wie die Fährte verlaufen würde,

d.h. das Gelände wurde von Fährte zu Fährte gewechselt und die einzelne Fährte in einer Wellenlinie mit Winkeln gelegt. Insgesamt wurden alle Maßnahmen getroffen, um die Wahrscheinlichkeit eines zufälligen Findens gering zu halten. Die 3 erwähnten Meßfühler wurden in etwa 70 Fährten zur technischen Überprüfung im Laufe von 1 1/2 Jahren auf ihre Vor- und Nachteile untersucht. Als Kriterium diente die Auswertbarkeit der Schreibungen. Die Hauptversuche mit dem Druckwandler als Meßfühler bestanden aus 2 Meßreihen:

1. Führerfährten: Die drei Vorstehhunde Argus, Assia und Rapp arbeiteten verschieden alte Führerfährten (Alter: 10 Min., 30 Min., 1 Std., 2 Std., 4 Std. und 6 Std.) unter gleichen Witterungsbedingungen (leichter Regen, Lufttemperatur zwischen 9 und 14° C) aus.
2. Buttersäurefährten: Die Hunde Assia und Rapp arbeiteten 5 bis 6 Stunden alte Buttersäurefährten mit unterschiedlichen Konzentrationen aus. Um bei der Buttersäurefährte die Beifährte des Fährtenlegers möglichst zu benachteiligen, wurden besonders Witterungsbedingungen (40 bis 50 % relative Feuchte, trockenes, sonniges Wetter) gewählt. Dabei wurde die Konzentration innerhalb der Fährte stufenweise fallend variiert (Konzentrationsstufen 1/10, 1/20, 1/40, 1/80 und 1/160 molar). Ferner wurden Einzelfährten mit gleichbleibender Konzentration innerhalb der Fährte gelegt. Von Einzelfährte zu Einzelfährte wurden unterschiedliche Konzentrationen verwendet (Konzentrationsstufen 1/10, 1/20, 1/40, 1/80, 1/160, 1/320 molar). Die Gesamtlänge dieser Fährten betrug ca. 900 - 1000 m.

C. Ergebnisse

Die Vorversuche ergaben, daß bei den 60 Fährten mit unterschiedlichen Bedingungen die kürzeste Stehzeit 10 Min. auf einem staubtrockenen Acker, die maximale Stehzeit 22 Stunden in einem Laubmischwald bei konstanter Herbstwetterlage mit einer relativen Feuchte von 70 bis 90 % betrug. Es bestätigte sich, daß die mikroklimatischen Verhältnisse entscheidend die Stehzeit der Fährten bestimmen. Die mikroklimatischen Unterschiede hinsichtlich der relativen Feuchte gemessen mit dem Haarhygrometer erwiesen sich als beträchtlich:

In einer Fährte im Laubmischwald mit Sonneneinstrahlung variierte die Luftfeuchtigkeit ca. 1 - 2 cm oberhalb des Bodens zwischen 35 und 70 % relative Feuchte. Unter günstigen Bedingungen konnten die Hunde 15 bis 30 Minuten alten Fahrradfährt auf Wegen ohne Schwierigkeiten folgen, Gummistiefelfährten wurden bis zu 4 Stunden ohne Mühe verfolgt.

Alle Hunde zeigten ein starkes Interesse für Fettsäuren, allerdings war es deutlich abhängig von der Konzentration und von der Zusammensetzung eines Fettsäuregemisches. Die Hunde konnten einer 1/40 molaren Buttersäurefährte (Lösungsmittel: Wasser, Paraffinöl. Glycerin, verdünntes Schweineblut) unter günstigen Witterungsbedingungen sicher und ohne Schwierigkeiten bis zu einem Alter der Fährte von ca. 24 Stunden folgen. Bei Lösung der Buttersäure in verdünntem Blut verliefen die Fährtenversuche auch bei ungünstigeren Bedingungen (Trockenheit, Sonneneinstrahlung) bis zu einem Alter von 24 Stunden positiv. Die 5 bis 6 Stunden alten Fährten der Konzentrationsstufen 1/40 und 1/80 molare Buttersäure in verdünntem Schweineblut und in Glycerin wurden sicher und willig ausgearbeitet.

Konzentrationen von 1/10 und 1/20 molar führten bei Rapp nach 8 Fährten zu einer Krise. Durch Lösung der Buttersäure in verdünntem Schweineblut oder durch Hinzufügen von anderen Fettsäuren (Ameisen-, Propion- und Capronsäure, Lösungsmittel: Glycerin und Paraffinöl) konnte er vorübergehend wieder zur zuverlässigen Fährtenarbeit animiert werden. Auch bei Assia trat nach 7 Fettsäurefährten eine Krise ein, die sich im Verweigern der Arbeit auf den sehr leichten Stufen(1/10 und 1/20 m.) der Buttersäure-Glycerinfährte äußerte. Das Verweigern der Fährtenarbeit war bei Rapp kurzfristig allerdings auch auf Führerfährten festzustellen. Daß es sich hierbei bei einem Teil der Verweigerungen nicht um die Ablehnung der Apparatur oder der Fährtenarbeit überhaupt handelt, war daran zu erkennen, daß die Hunde nach Verweigerung der Buttersäurefährte mehrfach sehr willig mit angelegter Apparatur eine Führerfährte ausarbeiteten. Die Konzentrationsstufe 1/160 molare Lösung erforderte bei einer Stehzeit von ca. 6 Stunden bei Trockenheit (ca. 40 bis 50 % relative Feuchte) intensive Sucharbeit. Die Stufe 1/320 molare Lösung wurde nur einmal der Hündin Assia angeboten. Trotz willigen Suchens mit charakteristischer Körperhaltung konnte die Hündin diese Stufe nicht ausarbeiten. Die Führerfährten (Serie I) unterschiedlichen Alters wurden unter den angegebenen Bedingungen sicher und ohne Schwierigkeiten von Argus, Assia und Rapp ausgearbeitet.

Die Aufzeichnungen der Nasenatmung der Hunde während der Fährtenarbeit bot ein charakteristisches, bei allen Hunden mehr oder weniger ähnliches Bild (Abbildung 1). Das Schnüffeln der Hunde zeigte sich in der Schreibung als eine Wellenbewegung, die regelmäßig von Ausatemungsstößen durch die Nase unterbrochen wurde. Es konnten somit eine Schnüffelfrequenz und eine Schnüffelperiodenlänge unterschieden werden, wobei unter der letzteren die Dauer

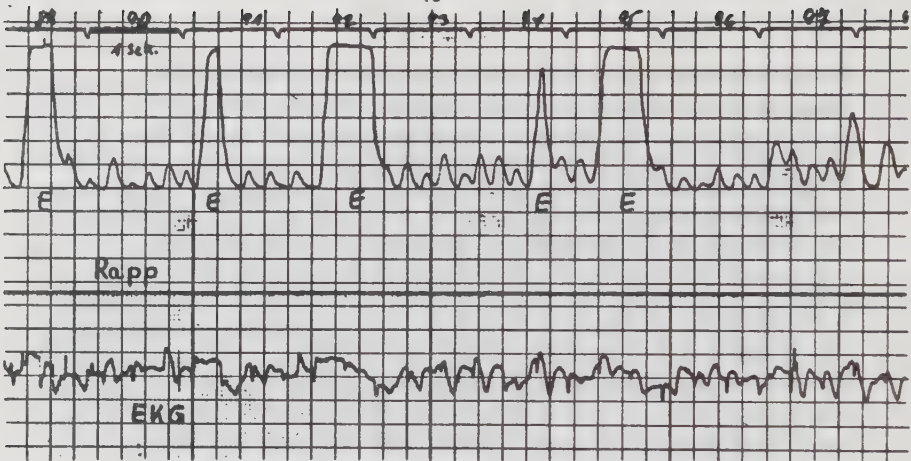


Abb. 1

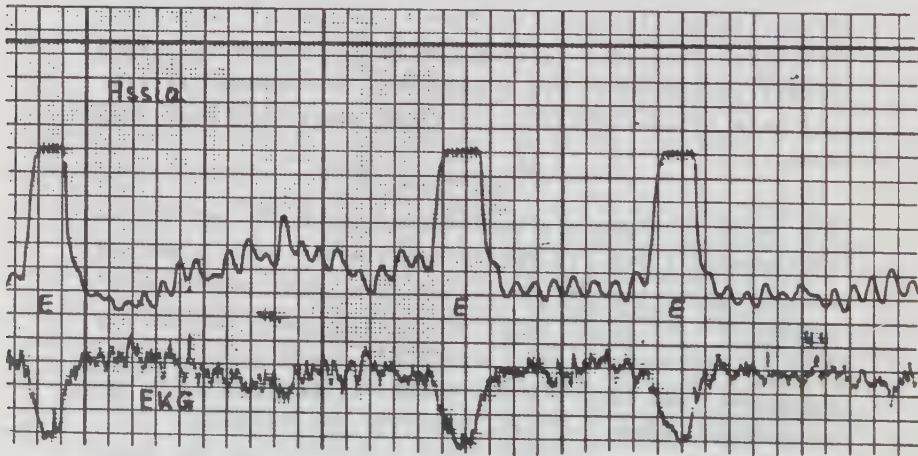
Aufzeichnung der Schnüffelatmung und der Herzfrequenz
der Hunde "Rapp" und "Assia"

Fährte: 1/10 molare Buttersäure-Schweineblutfährte

Oben: Schnüffelatmung unten: Herzfrequenz

Die Änderung der Andruckwiderstände der EKG-Elektroden
kommt durch die Brustkorbbewegung während der hier
aktiven Expiration zustande s.u.

E = Nasenexpiration



der ununterbrochenen typischen Schnüffelatmung verstanden wird. Bei einer regulären Schnüffelatmung werden diese Perioden regelmäßig von zwei Nasenexpirationen begrenzt.

Auch bei einem unübersichtlichen Atmungsmuster lassen sich diese Schnüffelperioden unterscheiden. Sie lagen bei Argus in der Größenordnung von 1 Sekunde, bei Assia und Rapp in der Größenordnung von 1,5 bis 2 Sekunden. Ein längeres Schnüffeln kann entstehen durch das Aneinanderreihen von Schnüffelperioden, wie es Abb. 2 zeigt.

Es wurde versucht, aus allen Registrierungen die Schnüffelperiodenlänge auszumessen und die Frequenz des Schnüffeln zu errechnen. Bei diesem Vorgehen zeigten sich beträchtliche Unterschiede zwischen den einzelnen Hunden. Die gleichmäßigste Atmung hatte Assia. Bei ihr konnten Schnüffelfrequenzen mit relativ geringer Streuung festgestellt werden. Es wurden bei Assia z.B. Schnüffelfrequenzen auf Führer- und Buttersäure-Glycerinfährten angetroffen von

10 Min.	1 Std.	2 Std.	4 Std.	6 Std.	(1)
322 [±] 31	344 [±] 36	331 [±] 33	327 [±] 26	334 [±] 39	(2)
36	22	31	104	64	(3)
1/40		1/80		1/160	(4)
322 [±] 48		315 [±] 81		316 [±] 39	(2)
50		41		30	(3)

1. Alter der Fährte (Führerfährte)
2. Mittlere Schnüffelfrequenz in Min. mit Standardabweichung
3. Anzahl der Stichproben aus einer Fährte
4. molare Konzentration (Buttersäure-Glycerinfährte)

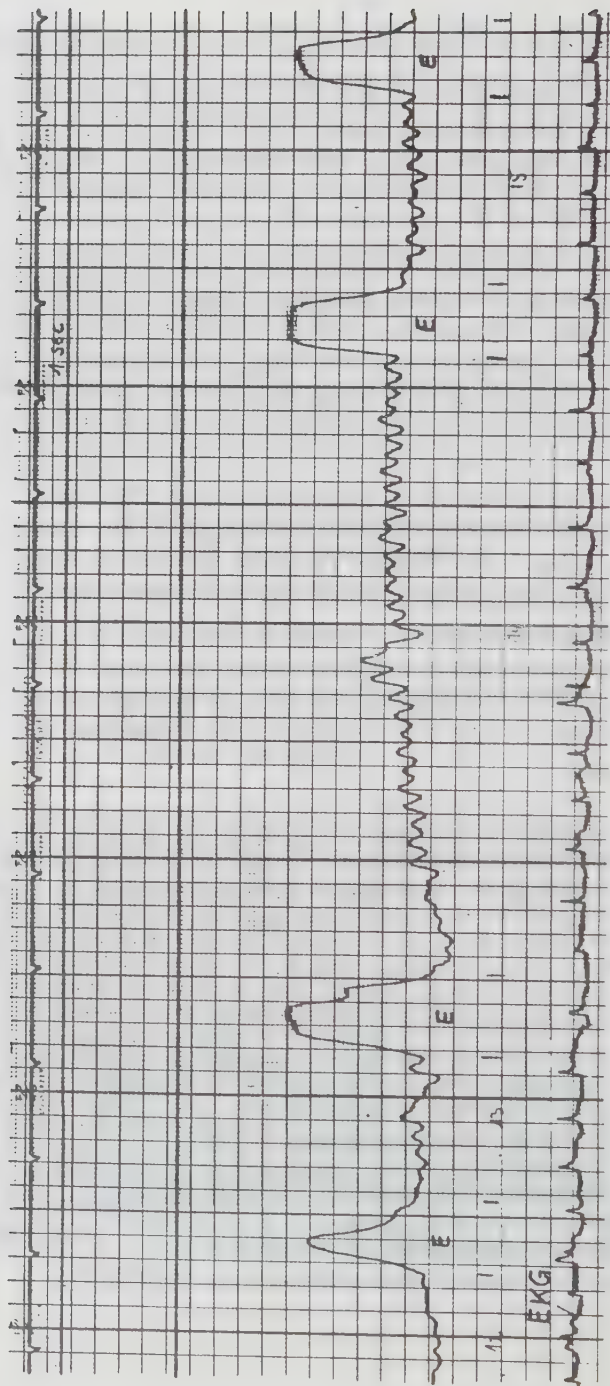


Abb. 2 Längeres Schnüffeln durch Aufeinanderfolge von
2 Schnüffelperioden

Hund: Assia

Führerfähre

Alter: 2 Stunden

E = Nasenexspiration

Für diese Hündin sehe ich als erwiesen an, daß auch bei einem sehr unterschiedlichen Schwierigkeitsgrad der Fährten die Höhe der Schnüffelfrequenz im wesentlichen unverändert bleibt. Die beiden Rüden zeigten eine höhere Schnüffelfrequenz als die Hündin, insbesondere Argus. Die Werte der Rüden streuten erheblich mehr.

Insgesamt wurden mittlere Schnüffelfrequenzen zwischen 295 und 425 gefunden. Beispiele solcher Mittelwerte für die Führerfährten zeigt die Tabelle I, für Buttersäurefährten mit verschiedener Konzentration des Duftstoffes die Tabelle II.

Eine Gesamtbewertung aller Registrierungen läßt 4 Muster unterscheiden.

1. Bei leichten Fährten (z.B. 1/10 molare Buttersäure- oder 30 Min. alte Führerfährte mit den angegebenen günstigen Bedingungen) findet man das beschriebene Bild der regulären Schnüffelatmung. Die Amplituden der Druckschwankung sind häufig klein, d.h. die Geschwindigkeit der in der Nase hin- und herbewegten Luft ist gering.

Die Ausatemstöße durch die Nase sind kräftig und regelmäßig. In mehreren der leichten Fährten wurde dieses Atembild durchgehend vom Anfang bis zum Ende angetroffen. (Registrierbeispiel in Abb. 1).

Tabelle I

Mittlere Schnüffelfrequenzen bei Führerfahrten
verschiedenen Alters

Hund	Alter d. Fährte	n (1)	Schnüffelfrequenz (n.min. ⁻¹) Mittelwerte	Extremwerte (2)
Rapp	10 Min.	76	409	172-600
	30 Min.	71	353	
	1 Std.	142	387	
	2 Std.	-	-	
	4 Std.	85	321	
	6 Std.	<u>100</u>	<u>340</u>	
Argus	10 Min.	86	425	221-600
	30 Min.	116	395	
	1 Std.	154	394	
	2 Std.	67	394	
	4 Std.	84	411	
	6 Std.	<u>75</u>	<u>400</u>	
Assia	10 Min.	61	360	218 -514
	30 Min.	-	-	
	1 Std.	23	344	
	2 Std.	44	335	
	4 Std.	106	327	
	6 Std.	<u>64</u>	<u>334</u>	

1) n = Anzahl der Stichproben aus einer Fährte

2) = Extremwerte aus allen Führerfahrtenversuchen eines Hundes

Tabelle II

Mittlere Schnüffelfrequenzen

bei Buttersäurefährten verschiedener Konzentrationsstufen ⁺⁾

Hund	Konzentration mol. Lsg.	n (1)	Schnüffelfrequenz($n \cdot \text{min}^{-1}$)	Extremwerte (2)
Rapp	1/10	127	318	138-600
	1/20	104	345	
	1/40	58	317	
	1/80	76	330	
	1/160	<u>29</u>	<u>298</u>	
Assia	1/10	71	333	150-480
	1/20	62	382	
	1/40	74	387	
	1/80	18	352	
	1/160	<u>16</u>	<u>295</u>	

Assia bei Buttersäurefährten mit gleichbleibender Konzentration ⁺⁺⁾

1/40	50	322	200-525
1/80	44	315	
1/160	<u>30</u>	<u>316</u>	

1) n = Anzahl der Stichproben aus einer Fährte

2) = Extremwerte aus den Buttersäurefährten eines Hundes

+) Lösungsmittel: verdünntes Schweineblut

++) Lösungsmittel: Glycerin

2. Das oben geschilderte Atembild verwischt sich zunehmend mit steigendem Schwierigkeitsgrad der Fährte. Die Nasenexpirationen werden kleiner und ihre Abstände größer (Registrierbeispiel in Abb. 3).
3. Die nächste Stufe zeigt im Grunde das gleiche Bild wie die vorhergehende. Die Schnüffelperioden sind jedoch noch länger, und es treten kurzzeitig charakteristische Perioden auf, in denen der Hund offensichtlich durch Mund und Nase atmet (Registrierbeispiel in Abb. 4).

Bei den Wurfbrüdern Argus und Rapp war die Nasenexpiration nicht selten doppelschlägig.

4. Schließlich fand sich in den schweren Fährtenabschnitten das Atembild wie es die Abb. 5 zeigt. Hier handelt es sich um ein Dauerschnüffeln. Die längste dieser Dauerschnüffelperioden hatte die Hündin Assia, die dieses Atemmuster während 80 Sekunden zeigte.

Die schematische Darstellung der vier unterschiedenen Muster der Atmungsregistrierung zeigt die Abb. 6.

Die mit zunehmender Fährten schwere seltener werdende und kürzer dauernde Nasenexpiration betrug in % der Fährtenabschnitte bei Rapp z.B.

	1/10	1/20	1/40	1/80	1/160	(1)
N.E. Zeit	21 %	12 %	11 %	12 %	9 %	(2)

sowie bei Assia z.B.

	1/10	1/20	1/40	1/80	1/160	(1)
N.E. Zeit	22 %	26 %	24 %	7 %	3 %	(2)

(1) molare Konzentration des Fährtenabschnittes

(2) Nasenexpirationszeit in % der Gesamtzeit eines Fährtenabschnittes

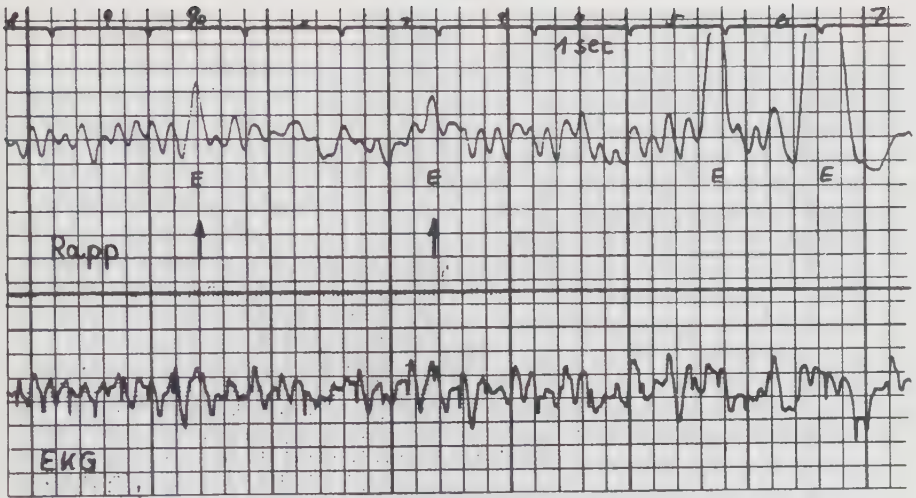


Abb. 3

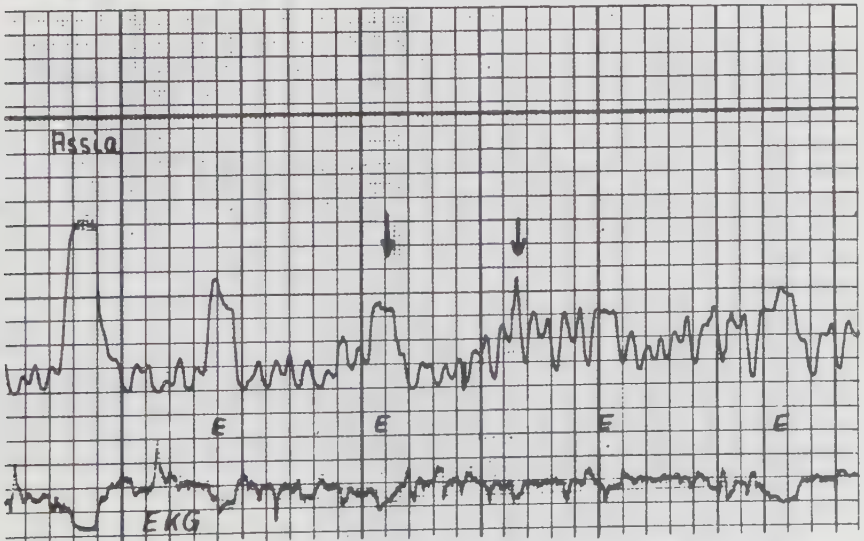
Unterdrückte und verkürzte Nasenexpiration (↑)

zweier Hunde

Obere Fährte: 1/20 molare Buttersäure -Schweineblut -Fährte

untere Fährte: 1/40 molare Buttersäure -Schweineblut-Fährte

E = Nasenexpiration



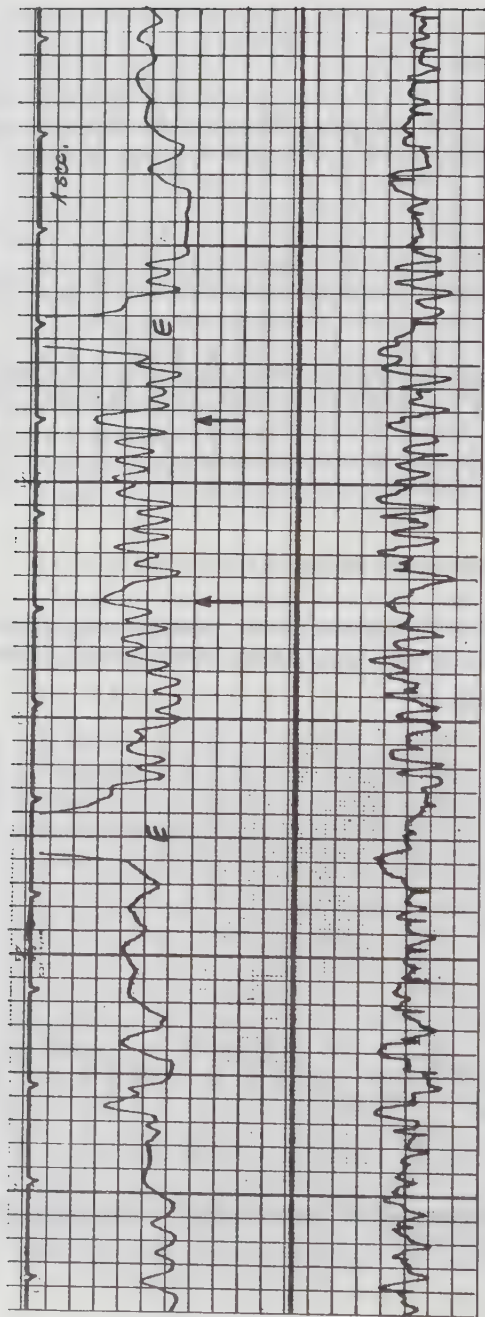


Abb. 4 Vor und nach aneinandergereihten Schnüffelperioden,
welche hier von charakteristischen Nasenexspirationen
begrenzt werden, ist eine Mund-Nasenatmung zu erkennen.

Rechts: Übergang in eine 1:1 Mund-Nasenatmung

Hund: Rapp

Führte: 1/160 mol. Buttersäure-Schweineblutgeführte

E = Nasenexspiration

↑ = unterdrückte Nasenexspiration

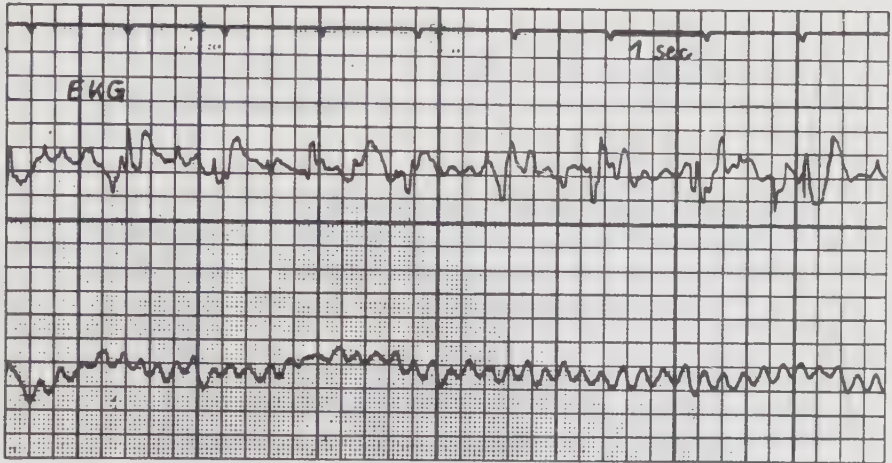
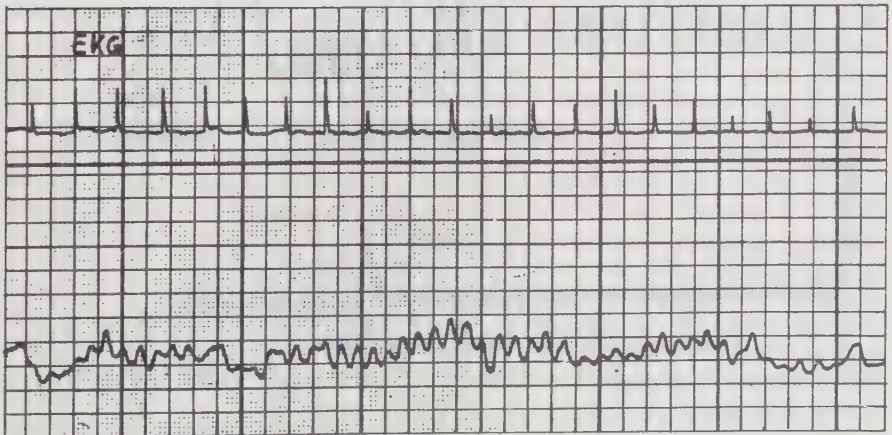


Abb. 5 Dauerventilation durch die Nase zu Beginn einer schweren Fährte

Hund: Assia

obere Fährte: 1/80 molare Buttersäure - Glycerin-Fährte

untere Fährte: 1/160 molare Buttersäure-Glycerin-Fährte



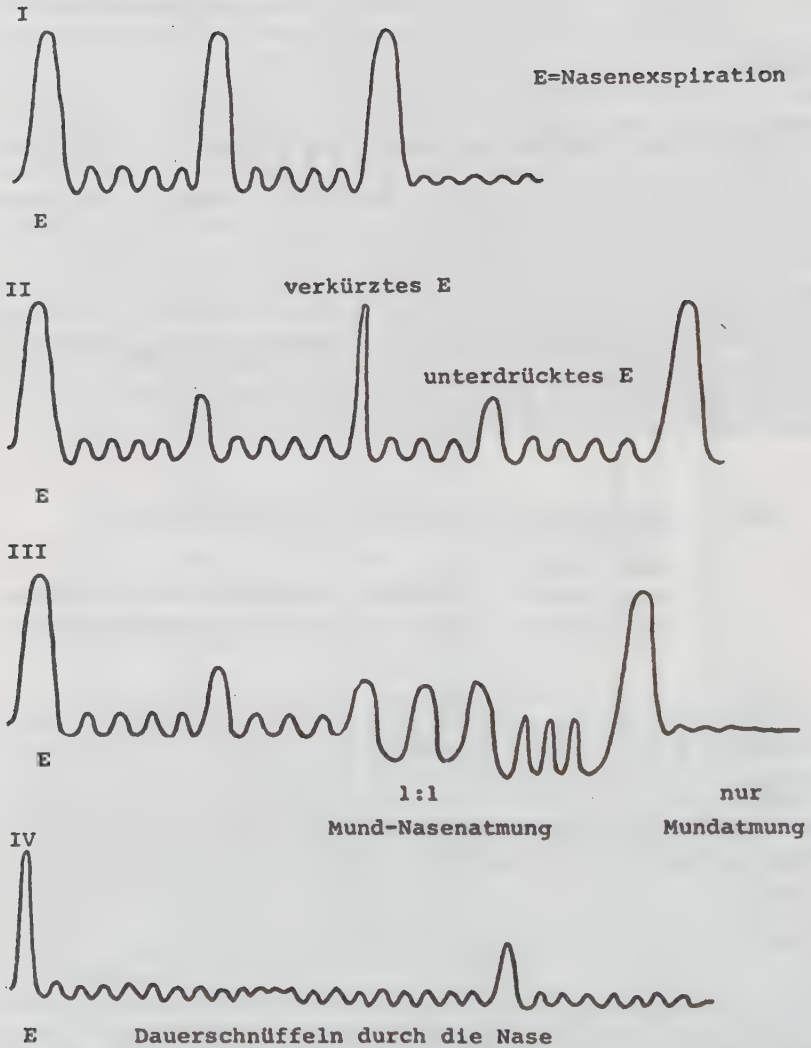


Abb. 6 Schnüffelatmung (Veränderung des Grundmusters mit steigender Fahrtenschwere)

Diese verkürzten und seltener werdenden Nasenexspirationen zeigten sich bei Assia auch zu Beginn der 1/80 und 1/160 molaren Buttersäure-Glycerinfährte (Abb. 5).

Die parallel zur Schnüffelatmung aufgezeichnete Herzfrequenz der untersuchten Hunde ist in Beispielen in Tabelle III und IV zusammengestellt worden. Die Herzfrequenz wurde aus Stichproben ermittelt.

Jede Stichprobe umfaßte 10 Sekunden einer Fährte oder eines Fährtenabschnittes. Bei den Führerfährten wurden 4 Stichproben pro Fährte ausgezählt. Die Herzfrequenzen der Hunde sind bei den 10 Minuten alten Fährten etwas höher. Die Herzfrequenzen von Assia liegen insgesamt tiefer als die der beiden Rüden.

Tabelle III

Stichproben der Herzfrequenz bei

F ü h r e r f ä h r t e n

Hund	Alter d. Fährte	Hf(n.min ⁻¹) Stichpr. 1	Hf (n.min ⁻¹) Stichpr. 2	Hf (n.min ⁻¹) Stichpr. 3	Hf (n.min ⁻¹) Stichpr. 4
Rapp	10 Min.	204	192	162	192
	30 Min.	186	180	162	162
	1 Std.	180	204	210	186
	2 Std.	-	-	-	-
	4 Std.	156	186	174	186
	6 Std.	192	204	186	192
Argus	10 Min.	192	192	204	204
	30 Min.	186	198	198	180
	1 Std.	192	198	180	198
	2 Std.	198	192	168	156
	4 Std.	180	192	168	180
	6 Std.	168	174	186	180
Assia	10 Min.	150	162	168	162
	30 Min.	-	-	-	-
	1 Std.	138	144	138	138
	2 Std.	120	126	108	108
	4 Std.	144	144	138	132
	6 Std.	114	126	132	126

Hf = Herzfrequenz

Tabelle IV

Stichproben der Herzfrequenz bei

Buttersäurefährten ⁺⁾

Hund	Konzentration mol. Lsg.	Hf (n.min ⁻¹) Stichpr. 1	Hf (n.min ⁻¹) Stichpr. 2	Hf (n.min ⁻¹) Stichpr. 3	Hf (n.min ⁻¹) Stichpr. 4
Rapp	1/10	198	180	192	204
	1/20	180	204	204	204
	1/40	192	198	198	210
	1/80	180	204	198	198
	1/160	192	180	168	174

Assia	1/10	-	-	-	-
	1/20	126	144	-	-
	1/40	132	138	-	-
	1/80	138	144	-	-
	1/160	138	138	150	-

Assia bei Buttersäurefährte mit gleichbleibender Konzentration ⁺⁺⁾

1/40	144	156	168	156
1/80	144	126	138	132
1/160	138	144	156	150

Hf = Herzfrequenz

+) Lösungsmittel: verdünntes Schweineblut

++) Lösungsmittel: Glycerin

D. Diskussion der Ergebnisse

Die Beantwortung der Frage, ob der Hund Fährten folgt, die mit verdünnten Fettsäuren gelegt wurden, war darum wichtig, um neben dem unterschiedlichen Alter der Fährten eine weitere Variation der Duftstoffkonzentration zu erreichen. Da die Stehzeit menschlicher Fährten (siehe BÖTTGER, MOST u.a.) sehr von den mikroklimatischen Witterungsbedingungen und der Bodenbeschaffenheit abhängt, müssen Fährten gleichen Alters durchaus nicht ein vergleichbares Duftstoffangebot aufweisen. Die für die Luftfeuchtigkeit beschriebenen Unterschiede treten in der gleichen Größenordnung je nach Bodenbeschaffenheit (Pflanzendecke, Sandboden) auch hinsichtlich der Temperatur dicht über dem Boden auf. Es ist somit nicht möglich, die Bedingungen unter denen der Hund eine Fährte verfolgt, durch allgemeine Angaben von Luftfeuchtigkeit und -temperatur zu charakterisieren. Für Feldversuche sollte man meiner Ansicht nach nur unterscheiden:

1. extrem schwere Bedingungen (Sand- oder Steinboden ohne Pflanzenwuchs, Sonneneinstrahlung und relative Feuchte von ca. 40 % und weniger)
2. Bedingungen bei mittleren Wetter- und Bodenverhältnissen (Boden mit mehr oder weniger geschlossener Pflanzendecke, Schatten oder bedeckter Himmel, relative Feuchte 40 bis 75 %)
3. extrem leichte Bedingungen (geschlossene Pflanzendecke, leichter Regen, sehr hohe Luftfeuchtigkeit)

Berücksichtigt werden müssen stets die Windverhältnisse. Stärkere Luftbewegungen zerstören bekanntlich die Fährten, geringe Luftbewegungen lassen die über dem Boden stehenden Luftschichten ziemlich unberührt.

Wegen dieser Inkonstanz der Fährtenbedingungen waren die positiven Ergebnisse bei Buttersäurefährten verschiedener Konzentration sehr zu begrüßen. An der Tatsache, daß Hunde Buttersäurefährten ausarbeiten, besteht nach meinen Ergebnissen kein Zweifel, und es eröffnet sich die Möglichkeit, durch die Duftstoffkonzentration definierte Prüfungsbedingungen für Fährtenhunde zu schaffen.

Die Ergebnisse zeigen auch, welche Konzentrationsbereiche praktisch in Frage kommen. Bei sehr hohen Riechstoffkonzentrationen muß nach Wiederholungen, wie sie im Rahmen dieser Untersuchung notwendig wurden, damit gerechnet werden, daß die Hunde die Arbeit verweigern.

Die Wahl eines geeigneten Duftstoffes für Geruchsprüfungen von Hunden ist generell als problematisch anzusehen. Die vom Hund in der Natur wahrgenommenen Duftstoffe (z.B. im Schweiß oder im Blut) sind immer Mischdüfte, die sich aus einzelnen Komponenten zusammensetzen. Aber auch "natürliche" Duftstoffe aus Fleisch oder Lebertran führten bei 41 von 195 Hunden, die KRUSHINSKY untersuchte, zu negativen Reaktionen (siehe auch STRÖSE,HOEFT).

Für die Fährtenarbeit ist die psychische Einstellung des Hundes, die sich für uns als Arbeitswilligkeit zu erkennen gibt, von Bedeutung. Diese Einstellung ist offensichtlich von dem Riecherlebnis abhängig, das ein bestimmtes Riechstoffmuster hervorruft. Hierfür spricht vielleicht auch die Untersuchung von NIEMAND (1938), der in 315 Versuchen mit 103 Hunden feststellte, daß trainierte Polizeihunde ihren nackten Herrn ohne den typischen Kleidungsgeruch nicht sofort wiedererkannten. Der menschliche Geruch ist nach dieser Untersuchung mehr kleidungs- als körperspezifisch.

Als Geruchsmuster dürfte eine hochkonzentrierte Buttersäurefährte für den Hund ein unangenehmes Erlebnis dar-

stellen. Schwach konzentrierte Buttersäurefährten stellen vermutlich eher wieder für den Hund ein anregendes Geruchsmuster dar, vor allem wenn sie in Verbindung mit anderen Riechstoffen angeboten werden. Die Anregung des Arbeitseifers nach der "Buttersäurekrise" gelang bei beiden Hunden durch das Angebot von Buttersäure niedrigerer Konzentration gelöst in Blut oder Pansensaft.

Die von der Riechstoffkonzentration abhängige Einstellung des Hundes zur Fährtenarbeit gab sich damit als Versuchsbedingung zu erkennen, durch die eine Abstufung des Schwierigkeitsgrades der Fährte erschwert wurde.

Für praktische Geruchsprüfungen sind Fettsäuregemische entsprechend einer 1/40 molaren Buttersäurelösung (Lösungsmittel Glycerin: Wasser im Verhältnis 4:1) oder schwächer zu empfehlen.

Auch die andere Frage, ob eine von dem Duftstoffangebot abhängige Form der Atemarbeit des Hundes besteht, kann bejaht werden. Den Hunden gelingt es auf leichten Fährten gut, Gasaustausch und Duftstoffinformationsgewinn zu kombinieren. Da die Ausatmung als stoßweise Nasenexpiration vollzogen wird, muß die Inspiration während des Schnüffeln erfolgen. Das Zeitverhältnis zwischen Inspiration und Expiration ist gleich der Schnüffelperiodendauer im Verhältnis zur Dauer der Ausatemungsstöße durch die Nase, also etwa 5:1. Bei ruhiger Atmung ist das Verhältnis von Ausatmung zu Einatmung beim Hund 1,4 zu 1 (MORROW und VOSTEEN (1953)), bei frequenter Atmung beträgt das Verhältnis nach Ergebnissen eigener Untersuchungen 1:1 (Registrierbeispiel s. Abb. 7).

Der Verringerung des Duftstoffangebots scheint der Hund auf zwei Arten zu begegnen: Da sich die Geschwindigkeit der Luftströme in der Nase erhöht, wie deutlich aus den

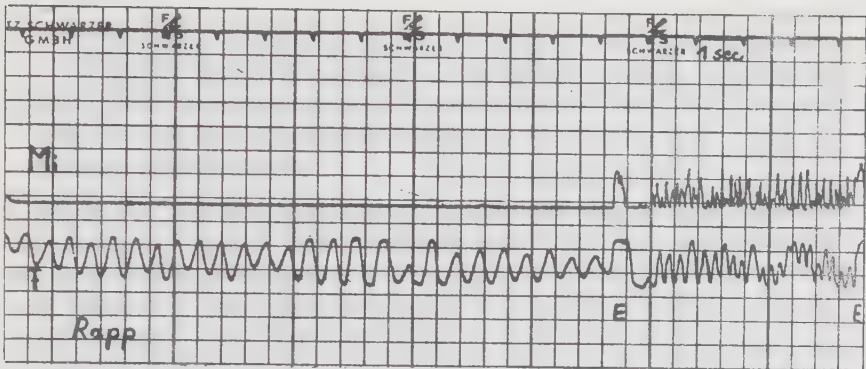


Abb. 7a

Regelmäßige Erholungsatmung nach einer Fährte

Hund: Rapp Rechts: Fortsetzung der Schnüffelatmung

obere Linie: Mikrophonaufnahme - keine Wiedergabe

untere Linie: Atemfühler - gute Wiedergabe (NTC-Widerstände)

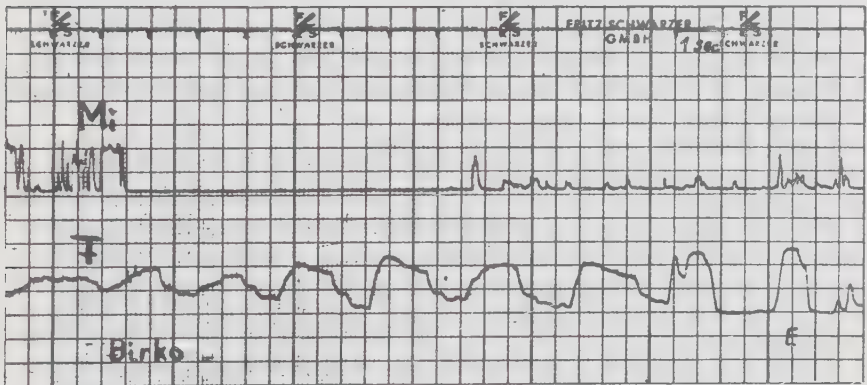


Abb. 7b

Regelmäßige Erholungsatmung nach einer Fährte

Hund: Birko

obere Linie: Mikrophonaufnahme - keine Wiedergabe

untere Linie: Atemfühler - sehr gute Wiedergabe der Atemphasen (NTC-Widerstände)

Registrierungen hervorgeht, wird das Atemminutenvolumen der Pendelluft größer. Zum anderen verlängert er die Dauer der Schnüffelperioden zwischen den charakteristischen Nasenexpirationen durch Aneinanderreihung von Schnüffelperioden. Bei zunehmender Fährtschwere kommt es zu Unterdrückung der Nasenexpiration, die Ausatmung erfolgt bei geringer werdendem Duftstoffangebot immer mehr über den Mund. Durch die geringeren Widerstände sind bei der Mundausatmung höhere Atemminutenvolumen möglich als bei der Nasenausatmung. Die Ausatmung beansprucht damit eine kürzere Zeit. Der Zeitgewinn könnte dem Schnüffeln zugute kommen. Die Nasenausatmung erfüllt höchstwahrscheinlich einen Spüleffekt für die Rezeptoren, der bei geringerer Riechstoffkonzentration weniger benötigt wird. Die Tendenz, die Ausatmung hinauszuschieben, bedeutet eine Benachteiligung des Gasaustausches zugunsten des Informationsgewinnes. Es finden sich in der Literatur Hinweise, daß auf der einen Seite die arterielle Sättigung beim Hund außerordentlich labil ist, andererseits die Erregbarkeit des Atemzentrums gegenüber der Kohlensäure beim Hecheln herabgesetzt ist, d.h. im Verhältnis zu anderen Tierarten höhere Kohlensäuredrucke und niedrigere O_2 -Drücke toleriert werden (ALBERS u. Mitarbeiter 1956 a, b; 1960/61). Die Frequenz des Wärmehechelns wird nach CROWFORD (1962) HULL und LONG (1961) recht genau eingehalten und stellt ihrer Meinung nach die Eigenfrequenz des Atemapparates und damit das Minimum des Energiebedarfs dar. Sie geben diese Frequenz für 10 erwachsene Hunde von 12,3 kg Körpergewicht mit $5,33 \pm 0,7$ pro Sek. (ca. 320 pro Minute) an. Dieser Wert entspricht größenordnungsmäßig gut den gefundenen Schnüffelfrequenzen von Rapp und Assia (zwischen 321 und 365 pro Minute). Lediglich Argus liegt mit ca. 400 pro Minute höher. Atemmechanisch scheint der Hund das Schnüffeln auf die gleiche Weise wie das Hecheln zu bewerkstelligen, wobei im Unterschied zum Hecheln, welches vorwiegend eine Totraumventilation darstellt, hier die hohe Frequenz des Schnüffelns einer Inspiration

superponiert ist. Der Hund verfügt demnach über zwei unterschiedlichen Zwecken dienende Atempumpen, die beim Hecheln zeitlich nacheinander und beim Schnüffeln zumindest während der Inspiration gleichzeitig eingesetzt werden können.

Wie die etwa gleichbleibende Herzfrequenz der Hunde bei den unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden der Fährten ausweist, bleibt der Energieaufwand insgesamt in der gleichen Größenordnung, so daß, wie vermutet, die Anpassung des Verhaltens auf unterschiedlich schwierigen Fährten über die Änderung der Atemform erfolgt.

Alle drei Hunde hatten bei den sehr leichten Führerfährten höhere Herzfrequenzen, was man vielleicht auf unterschiedlichen Aufregungsgrad durch das Erlebnis des Fährtensuchens zurückführen könnte (diese Fährten wurden sehr eifrig ausgearbeitet). Den Schwierigkeitsgrad der übrigen Fährten kann man nicht durch das allgemeine motorische Verhalten bei der Arbeit, etwa über die Herzfrequenz, beurteilen.

Ohne Registrierung der Nasenluftbewegung ist demnach eine Beurteilung der Suchaktivität nicht möglich. So konnte ich die Beobachtung machen, daß Assia ein anderes motorisches Verhalten zeigte als die beiden Rüden. Die Hündin arbeitete deutlich ruhiger, streckenweise ausgeprägt langsam. Die Stichproben der Herzfrequenz liegen sehr deutlich tiefer. Durch Beobachten war bei der Hündin ein Schnüffeln nicht wahrzunehmen. Erst durch die Atemregistrierung zeigte sich das gleiche Atmungsmuster wie bei den Rüden.

D.

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit werden Ergebnisse von Untersuchungen mitgeteilt, die letztlich eine objektive Beurteilung der Riechschärfe des Hundes zum Ziele hatten.

Die eigenen Versuche sollten klären, welche Möglichkeiten eines meßbaren Riechstoffangebots und welche die Leistung des Hundes charakterisierenden Meßgrößen andererseits im Feldversuch realisierbar sind.

Zu diesem Zweck wurden 5 trainierte Fährtenhunde (Jagdhunde) darauf untersucht, ob sie mit Buttersäure unterschiedlicher Konzentration in verschiedenen Lösungsmitteln gelegte Fährten ausarbeiten können. Während der Fährtenarbeit wurde bei ihnen die Nasenatmung durch die Richtung des Luftstromes in der Nase und seine relative Geschwindigkeit sowie das EKG fortlaufend auf Tonband aufgenommen und nachträglich mit einem Schreiber aufgezeichnet.

Die Auswertung dieser Schreibungen führte zu folgenden Ergebnissen:

1. Die Jagdhunde arbeiten die Buttersäurefährten wie natürliche Fährten aus.
2. Die Atmungsregistrierung ließ ein einheitliches, bestimmtes Grundmuster erkennen.
3. Das Grundmuster entsteht aus Perioden schnell hin- und herbewegter Einatemungsluft (Schnüffelperioden) und stoßweisen Nasenausatmungen.
4. Die vorzugsweise angetroffene Frequenz dieser hin- und herbewegten Luft (Schnüffelfrequenz) lag unabhängig

vom Schwierigkeitsgrad der Fährte in der gleichen Größenordnung und entsprach der in der Literatur für den Atmungsapparat des Hundes angegebenen Eigenfrequenz.

5. Das Grundmuster löste sich mit steigendem Schwierigkeitsgrad der Fährte auf. Bei zunehmender Fährtenschwere konnten vier Stufen des Atmungsmusters unterschieden werden.
6. Die Anpassung an den größeren Schwierigkeitsgrad der Fährten kam nicht in einer höheren Herzfrequenz zum Ausdruck.
7. Das Atmungsmuster der Hunde erlaubt Rückschlüsse auf den Schwierigkeitsgrad der Fährte.

E. Anlagen

E. Auszug aus den Fährtenprotokollen

Nr.	Hund	Art der Fährte	Alter der Fährte	Wetter und Gelände	Ergebnis
1. und 2. 3. und 4.	Rapp	Führerfährte Führerfährte	10 Min. 10 Min.	sonniges heißes Wetter staubtrockener Acker in Eltmann	negativ; Grund: wochenl. Trockenheit
5.	Birko	Führerfährte	22 Std.	windstill, feucht, mildes Herbstwetter Königsweg-Hüttenweg	sehr gut und sicher ausgearbeitet
6.	Rapp	Buttersäure + H ₂ O 1/50 mol.Konz.	24 Std.	feuchtes Laub, Schnee- reste, Hüttenweg-Königsallee	ca. 800 - 1000 m lang Fährten mit vielen Haken sehr gut ausge- arbeitet, an lichten Stellen geringe Schwierigkeiten
7.	Rapp	Buttersäure + H ₂ O 1/40 mol.Konz.	24 Std.	" "	negativ
8.	Rapp	Führerfährte ohne Buttersäure (Blindversuch)	24 Std.	" "	negativ
9. 10. 11.	Assia Rapp Aue	2 Fährtenabschnitte; 1. Teil: Blutfährte 2. Teil: Buttersäure, H ₂ O mit 10 % Blut 1/40 mol.Konz.	24 Std.	sonniges Wetter, trok- kenes Laub; Rupenhorn	sehr gute, freudige Ausarbeitung beider Teilfährten

Nr.	Hund	Art der Fährte	Alter der Fährte	Wetter und Gelände	Ergebnis
12.	Rapp	2 Fährtenabschnitte; 1. Teil: 1/50 mol. Buttersäure 2. Teil: Fahrradfährte ohne Buttersäure	20 Min.	feuchtkalt, Buchenwald, viel Laub, Kleiner Stern	sehr gute Ausarbeitung beider Teilfährten; 7 rechtwinklige Haken
13.	Rapp	Fahrradfährte	20 Min.	feuchtkalt, Buchenwald viel Laub, Königsallee	Verlorensuche eines Gegenstandes. Schnell ohne jede Schwierigkeit
14. 15.	Rapp Rapp	Führerfährten mit gereinigt. Gummistiefeln, 500 m	3 Std. 4 Std.	feucht, warm, Laubwald z.T. Kiefern, Grasboden Kleiner Stern	sehr gute Fährtenarbeit, nur an Wegen geringe Unsicherheiten
16.	Rapp	1. Teil: Fahrradfährte mit 1/10 mol. Buttersäure 2. Teil: nach 200 m Fährte ohne Duftstoff	1/2 Std.	feuchtes Herbstwetter, Buchenhochwald, Laub Hüttenweg-Königsallee	sehr gute Ausarbeitung im 1. Teil
17.	Rapp	2 Fährtenabschnitte 1): 1/50 mol. Buttersäure 2): Fahrradfährte	2 Std.	feuchtes Herbstwetter, Buchenhochwald, Laub Hüttenweg	1. Teil: Buttersäurefährte positiv 2. Teil: Fahrradfährte negativ, Geländeorientierung: Leitlinienzwang

Nr.	Hund	Art der Fährte	Alter der Fährte	Wetter und Gelände	Ergebnis
18.	Rapp	1/10 mol. Buttersäurefährte	4 Std.	feuchtes Herbstwetter, Buchenhochwald, Laub Huttenweg	negativ
19. bis 24.	Argus	Führerfährten	10+30 Min. 1+2 Std. 4+6 Std.	leicht regnerisches Wetter, Kiefernaltholz Gras und Moos, Niedernstöcken	sehr gute Ausarbeitung aller 6 Fährten
25.	Rapp	Führerfährte	10 Min.	" Niedernstöcken	sehr gute Arbeit
26.	Rapp	Buttersäure-Zellulose-Kleisterfährte 1/10, 1/20, 1/40, 1/80, 1/160 mol. Konz.	20 Std.	feucht, etwas windig, Laubmischwald Kleiner Stern	negativ; Anfangsteil der Fährte konnte ich jedoch wahrnehmen
27.	Rapp	Buttersäurefährte m. Zellulosekleister 1/10, 1/20, 1/40, 1/80, 1/160 mol. Konz.	5 Std.	Schneefall nach Legen der Fährte, Buchenhochwald, Schlachtensee	negativ, ausgeprägte Verweigerung, Anfangsteil d. Fährte konnte ich jedoch wahrnehmen
28.	Rapp	Buttersäure-Schweineblutfährte, 1/10, 1/20, 1/40, 1/80, 1/160 mol. Konz.	6 Std.	trockenes mildes Spätherbstwetter, Laubmischwald, Kleiner Stern	gute und freudige Ausarbeitung, Verlust der Fährte b. d. 1/160 mol. Konzentrationsstufe

Nr.	Hund	Art der Fährte	Alter der Fährte	Wetter und Gelände	Ergebnis
29.	Rapp	Buttersäure-Schweineblutfährte, 1/10, 1/20, 1/40, 1/80, 1/160 mol.	4 Std.	feuchtes Laub, Laubmischwald, Havelchaussee	sehr unlustig, Abbruch der Fährte
30.	Rapp	"	20 Std.	" Schlachtensee-Nord	völlig lustlos, Abbruch d. Fährte
31.	Rapp	Führerfährte	1 1/2 Std.	"	sehr freudig gearbeitet
32.	Rapp	Führerfährte	2 Std.	teilweise trockenes Laub, Havelchaussee	beide Fährten total negativ: Krise
33.	Rapp	Führerfährte	4 Std.		
34.	Rapp	Butter-Ameisen-Propionsäurefährte + H ₂ O + Pansensaft	1 Std.	feuchtes Laub 650 m lang, Havelchaussee	sehr freudig gearbeitet, Futter am Ende
35.	Rapp	Butter-Ameisen-Propionsäurefährte + H ₂ O	1 Std.	feuchtes Laub 650 m lang, Havelchaussee	sehr freudig gearbeitet, Futter am Ende
36.	Rapp	Butter-Ameisen-Propionsäure in Paraffinöl gelöst	18 Std.	teilweise 1-2 cm Schnee, harter Boden, Havelchaussee	schwierige Fährte mit vielen Haken, sehr gut ausgearbeitet

Nr.	Hund	Art der Fährte	Alter der Fährte	Wetter und Gelände	Ergebnis
37.	Rapp	Butter-Ameisen-Pro- pionsäure, je 1 ml auf 350 ml H ₂ O und 150 ml Glycerin	6 Std.	Sonne, trockener Boden Mischwald Kleiner Stern	gute Ausarbeitung, am Ende der Fährte Schwierigkeiten
38.	Rapp	Butter-Ameisen-Pro- pionsäure, 8 g in 1 l H ₂ O; 1/10, 1/20, 1/40, 1/80, 1/160 mol. Konz.	5 Std.	feuchtes Wetter, sehr windig Hüttenweg	gute Ausarbeitung am Anfang der Fährte, später lustlos, Ab- bruch
39.	Rapp	Buttersäure- Blut-Wasser-Fährte, 1/10, 1/20, 1/40, 1/80, 1/160 mol. Konz.	6 Std.	rel. trockener Boden Havelchaussee	negativ; später technische Schwie- rigkeiten
40.	Rapp	Butter-Ameisen-Pro- pionsäure in 50 % Blut und 50 % H ₂ O, 1/10, 1/20, 1/40, 1/80, 1/160 mol. Konz.	6 Std.	rel. trockener Boden Havelchaussee	anfangs gute Arbeit, später Abbruch
41. bis 43	Rapp	Führerfährten	10 Min. 30 Min. 1 Std.	regnerisches Wetter Laubboden, Spandau	sehr gute Aus- arbeitung
44.	Rapp	Blut-Pansensaftfährte 600 m lang	2 1/2 Std.	rel. trockener Boden Havelchaussee	arbeitet nur ca. 300 m

Nr.	Hund	Art der Fährte	Alter der Fährte	Wetter und Gelände	Ergebnis
45.	Rapp	Blut-Pansensaft-fährte	1 Std.	rel. trockener Boden Havelchausee	arbeitet lustlos und mit Schwierigkeiten
46.	Rapp	Führerfährte	6 Std.	feuchter Laubboden, später Abtrocknung Spandauer Forst	Ausarbeitung schwierig techn. Mängel (Akku)
47.	Rapp	Führerfährten	4 u. 5 Std.	feuchter Laubboden, tagsüber leichter Regen, Spandauer Forst	negativ, Verweigerung der Arbeit
48.	Rapp	Führerfährte	5 Min.	feuchter Laubboden, tagsüber leichter Regen, Spandauer Forst	sehr gute und fruedige Ausarbeitung
49.	Rapp	Capronsäure-Glycerinfährte + 20 % H ₂ O	6 Std.	mäßig feucht, Laub, Havelchausee	sehr gute und fruedige Ausarbeitung
50.	Rapp	Capronsäure-Glycerinfährte + 0,5 Buttersäure, + 0,5 Propionsäure	6 Std.	feuchter Laubboden, Havelchausee	negativ Grund: Buttersäure?
51. bis 53.	Argus	Führerfährten	4; 6 u. 8 Std.	beste Fährtenbedingungen feuchtes Laub, Niedernstöcken	sehr gute Ausarbeitung

Nr.	Hund	Art der Fährte	Alter der Fährte	Wetter und Gelände	Ergebnis
54. bis 60.	Rapp	Führerfährten	10 u. 30 Min., 1,2,4,6 Std., 10 Min. Wiederh.	beste Fährtenbedingungen feuchtes Laub Spandauer Forst Havelchaussee	sehr gute Ausarbei- tung
61. bis 66.	Assia	Führerfährten	10 u. 30 Min., 1 u. 2 Std., 4 u. 6 Std.	" " Havelchaussee Nikolskoe	sehr gute Ausarbei- tung
67.	Assia	Blut-Buttersäure- fährte (1/10, 1/20, 1/40, 1/80, 1/160 mol. Konz.)	6 Std.	rel. trockenes Gelände leichte Luftbewegung Schlachtensee	sehr gute Ausarbei- tung
68.	Assia	Blut-Buttersäure- fährte 1/40 mol.	6 Std.	rel. trockener Boden 600 - 700 m lang Havelchaussee	sehr gute Ausarbei- tung
69.	Assia	Buttersäurefährte (+ 80% Glycerin + 20% H ₂ O; 1/80 mol.)	6 Std.	rel. trockener Boden 600 - 700 m lang Havelchaussee	sehr gute Ausarbei- tung
70.	Assia	Buttersäurefährte (1/160 mol. + 80% Glycerin + 20% H ₂ O)	6 Std.	rel. trockener Boden 600 - 700 m lang Havelchaussee	sehr gute Ausarbei- tung

Nr.	Hund	Art der Fährte	Alter der Fährte	Wetter und Gelände	Ergebnis
71.	Assia	Buttersäurefährte (Glycerin, 1/320 mol. + 20% H ₂ O)	24 Std.	erst Regen, dann Abrock- nung, Havelchaussee insgesamt günstig	negativ, trotz eifrigster Suche, findet sie über- haupt nicht
72.	Assia	Buttersäurefährte (1/10, 1/20, 1/40, 1/80, 1/160 mol., Butter- säure, Glycerin mit 20% H ₂ O)	6 Std.	rel. trockener Boden Schlachtensee	Verweigerung der Fährte, 1. Teil der Fährte konnte ich gut wahrnehmen

F. Literaturverzeichnis

1. Albers, C.; W. Bendel; W. Usinger: Arterielle Sauerstoffsättigung und Atemform beim unnarkotisierten Hund. Pflügers Arch. ges. Physiol. 262, 256-264 (1956)
2. Albers, C.: Der Kreislauf des Hundes bei akutem Sauerstoffmangel. Pflügers Arch. ges. Physiol. 263, 201-226 (1956)
3. Albers, C.: Die Atmungsreaktion des Hundes auf CO₂ bei gleichzeitiger Belastung der Thermoregulation. Pflügers Arch. ges. Physiol. 272, 29-30 (1960/61)
4. Amoore, J.E.: Current status of the steric theory of odor. Ann.N.Y.Acad.Sci. 116, 457-476 (1964)
5. Amoore, J.E.: Progress towards some direct quantitative comparisons of the stereochemical and vibrational theories of odor.
in: Gustation and Olfaction. London usw. Acad.Press 1971: S. 147-160
6. Andreas, K.: Gerechte Jagdhundschulung.
München: BLV Verl. ges. 1960
7. Andres, K.H.: Der Feinbau der regio olfactoria von Makrosmatikern.
Z.Zellforsch. 69, 140-154 (1966)
8. Ashton, E.H., J.T. Eayrs, D.G. Moulton: Olfactory acuity in the dog.
Nature 179, 1069-1070 (1957)

9. Becker, F., J.E. Markee, J.E. King: Studies on olfactory acuity in dogs. I. Discriminatory behavior in problem box situations.
Brit.J.Anim.Behav. 5, 94-103 (1957)
10. Becker, R.F., J.E. King, J.E. Markee: Studies on olfactory discrimination in dogs. II. Discriminatory behavior in a free environment.
J.Comp.Physiol.Psychol. 55, 773-780 (1962)
11. Bednár, M., O. Langfelder: Ober das "intravenöse (hämatogene) Riechen"
Mschr.Ohrenheilk. 63, 1292 (1929)
12. Belleville, R.: Neue Versuche auf dem Gebiet der Fährtenreinheit und des Identifizierens von Gegenständen auf der Fährte.
Z.Hundeforsch.N.F. 13, 17-28 (1938)
13. Blunk, R.: Die Ausbildung des Hundes zur Spurenreinheit.
Rostock: Hinstorff (1926)
14. Boekh, J.: Die chemischen Sinne Geruch und Geschmack in: "Somatische Sensibilität, Geruch u. Geschmack".
(Sinnesphysiologie. 1.)
München, Berlin, Wien: Urban-Schwarzenberg 1972.
(Physiologie des Menschen 11.)
15. Boening, G., E. Boening: Ergebnisse der Verbands-Jugendprüfungen bei verschiedenen deutschen Vorstehhundrassen in den Jahren 1955 bis 1969.
Jagdgebrauchshund 2, 21-24 (1971)
16. Böttger, P.: Vom Werdegang des Polizeifährtenhundes.
Z.Hundeforsch. 2, 196-222 (1932)

17. Böttger, P.: Hunde im Dienste der Kriminalpolizei unter besonderer Berücksichtigung des Mordfalles Seefeldt.
Z.Hundeforsch.N.F., 5, 32 (1937)
18. Brüggemann, J., S. Jeckstadt: Über den Weg des Luftstromes durch die Nase des Hundes.
Pflügers Arch. ges. Physiol. 239, 293-303 (1938)
19. Butenandt, A.: Zur Kenntnis der Sexualduftstoffe.
Naturw.Rdsch. 8, 458-464 (1955)
20. Buytendijk, F.J.J.: L'odorat du chien.
Arch.neerl.physiol. 5, 434-457 (1921)
21. Crowford, jr. E.C.: Mechanical aspects of panting in dogs.
Appl.Physiol. 17, 249-251 (1962)
22. Deutsches Gebrauchshunde Stammbuch (DGStB), Bd. 67,
(1970/71)
23. Dröscher, V.B.: Magie der Sinne im Tierreich.
München: List (1967)
24. Ende, R.v.: Die Abrichtung des Fährtenhundes.
Halle: Ges.f.Sport u. Technik (1954)
25. Fikuart, K.: Versuche zur Ermittlung der Wirkung von Duftstoffen bei Mäusen.
Hannover, Vet.med.Diss. 1968
26. Frevert, W.: Die gerechte Führung des Hannoverschen Schweißhundes.
Hamburg: Parey 1952
27. Frisch, K.v.: Über den Geruchssinn der Biene und seine Bedeutung für den Blumenbesuch.
Verh.d.K.K.Zool.-bot.Ges. in Wien 1918, 129-144
(zit. nach H. Henning 1919/20)

28. Hansmann, J.: Unter welchen Gesichtspunkten erfolgt die praktische Verwendung des Polizeifährtenhundes?
Z.Hundeforsch. 1, 14-30 (1931)
29. Hecker, E.: Sexuallockstoffe -
hochwirksame Parfüms der Schmetterlinge (I)
Umschau 15, 465-467 (1959)
30. Heitzenroeder, C.: Ober das Verhalten des Hundes gegen einige Riechstoffe.
Z.Biol. 62, 491-507 (1913)
31. Henning, H.: Geruchsversuche am Hund.
Z.Biol. 70, 1-8 (1919/20)
32. Henning, H.: Der Geruch.
Leipzig: Barth 1924
33. Heyer, F.: Hunde gegen den weißen Tod. Von großen Lawinenunglücken, der Abrichtung und den Leistungen alpiner Rettungshunde.
Zürich: Müller, 1966
34. Hoeft, A.: Untersuchungen über ein Verfahren zum Messen der Riechschärfe von Arbeitshunden.
Berlin Vet.med.Diss. 1924
35. Honhon, J.: L'olfaction chez le Chien. Sons rôle dans le pistage et la localisation d'une source odorante.
Paris Vet.med.Diss. 1967
36. Hull, W.E., E.L. Long: Respiratory impedance and volume flow at high frequency in dogs.
J.Appl.Physiol. 16, 439-443 (1961)

37. Huyghebaert, L.: Le chien. Psychologie, olfaction, mécanisme de l'odorat,
Bruxelles: Lebègue o. Jahr (zit. nach McCartney)
38. Jaminet, L.v.: Ätherische Öle, Riechstoffe und Riechdrogen.
Hamburg: Cram, de Gruyter u. Co. 1949
39. Kafka, W.A.: Specificity of Odor-Molecule Interaction in Single Cells.
in: Gustation and Olfaction. London Acad. Press 1971: S. 61-72
40. Kalmus, H.: The discrimination by the nose of the dog of individual human odours and in particular of the odours of twins.
Brit.J.Anim.Behav. 3, 25-31 (1955)
41. Karlson, P.; M. Lüscher: "Pheromones": a New Term for a Class of Biologically Active Substances
Nature, 183, 55-56 (1959)
42. King, J.E., R.F. Becker, J.E. Markee: Studies on olfactory discrimination in dogs: III. Ability to detect human odour trace.
J.Anim.Behav. 12, 311-315 (1964)
43. Kölzer: Die Beobachtungen der Wetterelemente bei der Erforschung von Geruchsleistungen der Hunde.
Der Hund. 3, 150-154 (1928)
44. Korte, H.: Persönliche Mitteilung, Überlingen Sept. 1970
45. Krushinsky, L.V., A.V. Chuvaev, N.J. Volkind: New data on the scent in dogs. (Russ.)
Zoll.Zhurn. 25, 373-382 (1946)

46. Krushinsky, L.V., D.A. Fles, V.V. Rilov: Dog scent and its role in track tracing. (Russ.)
Otdel.Biol. 65, No.1, 127-134 (1960)
47. Leveteau, J., P.Mac Leod: Geruchsunterscheidung durch die olfakt. Glomeruli des Kaninchens: Einfluß der Reizkonzentration.
J.Physiol. (Paris) 61, 5-16 (1969)
ref.: Berichte Physiologie, physiologische Chemie und Pharmakologie, 308, 107-108 (1970)
48. Lindauer, M.: Orientierung im Raum.
Fortschr.d.Zoologie, 16, 59-140 (1963)
49. Löhner, L.: Über menschliche Individual- und Regionalgerüche.
Arch.ges.Physiol. 202, 25-45 (1924)
50. Löhner, L.: Untersuchungen über die geruchsphysiologische Leistungsfähigkeit von Polizeihunden.
Arch.ges.Physiol. 212, 84-94 (1926)
51. Löhner, L.: Über Fremdidentifizierung und Anzeigen von Witterungsübereinstimmung.
Ztg.Verein dtsh. Schäferhunde 26, 566-572 (1927)
52. McCartney, W.: Olfaction and Odours.
Berlin: Springer 1968
53. Menzel, R.u.R.: Die Arbeit mit Witterungskonserven.
Z.Hundeforsch. 3, 101-113 (1933)
54. Menzel, R.u.R.: Die Bedeutung der Gesetze über Schwellenwert und Reizsummation bei der Spürarbeit des Hundes.
J.Psychol.Neurol. 38, 258-264 (1929)

55. Most, K.: Neue Versuche über Spürfähigkeit.
Z.D.Hund Nr. 18, 31-35 (1926)
56. Most, K.: Die Prüfung des Polizeihundes "Roland aus der Baderstraße" auf Spurenreinheit am 9., 10. und 11. Juli 1928 in Kummersdorf bei Berlin
Z.D.Hund 18, 319-324 (1928)
57. Most, K., G.H. Brückner: Über Voraussetzungen und den derzeitigen Stand der Nasenleistungen von Hunden.
Z.Hundeforsch. N.F. 1, Heft 5, 9-30 (1936)
58. Morrow, P.E., R.E. Vosteen: Pneumotachographic Studies in Man and Dog Incorporating a Portable Wireless Transducer.
J.Appl.Physiol. 5, 348 (1953)
59. Moulton, D.G., E.H. Ashton, I.T. Eayrs: Studies in olfactory acuity. IV. Relative detectability of n-aliphatic acids by the dog.
Anim.Behav. P. 117-128 (1960)
60. Myznikov, N.M.: Čuvstvitel'nost'j obonjatel'nogo analizatora služebnjich sobak i metody ee povysenija.
Zhurn.Vyss.Nerv.Deiat.Pavlova 8, 744-750 (1958)
(zit. nach McCartney)
61. Neuhaus, W.: Über das Riechvermögen der Ratten.
Schädlingsbek. 42, 108 (1950)
62. Neuhaus, W.: Über die Riechscharfe des Hundes für Fettsäuren.
Z.vergl.Physiol. 35, 527-552 (1953)
63. Neuhaus, W.: Die Unterscheidung von Duftquantitäten bei Mensch und Hund nach Versuchen mit Buttersäure.
Z.vergl.Physiol. 37, 234-252 (1955)

64. Neuhaus, W.: Die Unterscheidungsfähigkeit des Hundes für Duftgemische.
Z.vergl.Physiol, 39, 25-43 (1956)
65. Neuhaus, W.: Die Riechschwelle von Duftgemischen beim Hund und ihr Verhältnis zu den Schwellen unversmischter Duftstoffe.
Z.vergl.Physiol. 38, 238-258 (1956)
66. Neuhaus, W.: Wahrnehmungsschwelle und Erkennungsschwelle beim Riechen des Hundes im Vergleich zu den Riechwahrnehmungen des Menschen.
Z.vergl.Physiol. 39, 624-633 (1957)
67. Neuhaus, W.: Die Veränderung der Riechschärfe des Hundes durch orale Duftstoffgaben.
Z.vergl.Physiol. 41, 221-241 (1958)
68. Niemand, H.G.: Ist der Individualgeruch für den Hund richtunggebend zum Erkennen seines Herrn?
Z.Hundeforsch.N.F. 12, 1-61 (1938)
69. Ordnung für Verbandsschweißprüfungen.
Mainz: Reidel 1964 u, Erg. 1970
70. Porsch, Persönliche Mitteilung, Berlin (Nov. 1972)
71. Porzig, E.: Das Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere.
Berlin: VEB Dtsch.Landw.Verl. 1970
72. Reiff, M.: Untersuchungen über natürliche und synthetische Geruchsstoffe, die bei Ratten und Mäusen eine stimulierende Wirkung auslösen.
Acta tropica 13, 289-318 (1956)
73. Ruske, W.: Einführung in die organische Chemie.
Weinheim: Verl. Chemie (1968)

74. Sacher, B.: Statistisch-genetische Auswertungen von Zuchtbuchunterlagen bei Kleinen Münsterländer Vorstehhunden mit Hilfe der Elektronischen Datenverarbeitung.
Gießen, Vet.med.Diss. 1970
75. Schmid, B.: Über die Ermittlung des menschlichen und tierischen Individualgeruches durch den Hund.
Z.vergl.Physiol. 22, 524-538 (1935)
76. Schmid, B.: Umfang und Grenzen der Nasenleistung von Hunden.
Forsch.Fortschr. 13, 26-27 (1937)
77. Schmidt, F.: Verbrecherspur und Polizeihund. Praktische Versuche, Beobachtungen und Winke für Polizeihundmänner und Behörden.
Augsburg: Selbstverl.Ver.f.dtsch.Schäferhunde 1910
78. Schneider, D.: Specialized odor receptors of insects.
in: Gustation and Olfaction.
London usw. Acad.Press 1971: S.45-50
79. Schneider, M.: Einführung in die Physiologie des Menschen.
16. Aufl. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 1972
80. Seffrin, L.: Über die kleinsten noch wahrnehmbaren Geruchsmengen einiger Riechstoffe beim Hund.
Z.Biol. 65, 493-512 (1915)
81. Snethlage, K.: Das Schwarzwild,
Berlin: Parey 1934
82. Stephanitz, M.v.: Der Deutsche Schäferhund.
Berlin 1932

83. Ströse, A.: Ein neues Verfahren zum Messen der Riech-
schärfe des Hundes.
Jb. Jagdkunde 7, 261-265 (1923/25)
84. Stuiver, M.: Biophysics of the Sense of Smell.
Groningen: Naturwiss.Diss. 1958
85. Teichmann, H.: Über die Leistung des Geruchsinnes beim
Aal (*Anguilla anguilla*, L.).
Z.vergl.Physiol. 42, 206-254 (1959)
86. Triebel, H.-I.: Rauschgift-Spürhunde - ihre Ausbildung
und Verwendung.
Ein Besuch bei der schwedischen Armee-Hundeschule
und beim Reichspolizeiamt in Stockholm.
Der Polizei- und Schutzhund Heft 8, (1970)
87. Uchida, T.: Fatty Acids and the olfactory sense of dogs.
Proc.Jap.Acad. 32, 753-758 (1956)
88. Uexküll, J.v., E.G. Sarris: Das Duftfeld des Hundes
(Hund und Eckstein).
Z.Hundeforsch. 1, 55-68 (1931)
89. Vooste, M.: Versuche zur Feststellung von Beziehungen
zwischen chemischer Konstitution und Geruch bei
einigen analogen und homologen Riechstoffen.
Leipzig: Phil.Diss. 1925
90. Whitney, L.F.: Bloodhounds and how to train them.
New York: Orange Judd Publ. Co. 1955
(zit. nach Sacher)
91. Wieland, G.: Über die Größe des Riechfeldes beim Hund.
Berlin, Vet.med.Diss. 1938

92. Wright, R.H.: Odor and Molecular Vibration,
I, Quantum and Thermodynamie K. Appl. Chem, 4,
611-615 (1954) (zit. nach Wright, 1971)
93. Wright, R.H., R.E. Burgess: Molecular mechanisms of
olfactory discrimination and sensitivity, in:
Gustation and olfactory, London usw.: Acad. Press
1971, S. 134-144

Herrn Professor Dr, A. Bayer danke ich für seine stets freundlich gewährte Unterstützung sowie für seine Kritik bei der Durchführung der Versuche.

Ebenso gilt mein Dank Herrn Dr. E. Schäffer für die Entwicklung und für den Bau der elektronischen Geräte.

Herrn Professor Dr, G. Wittke danke ich für viele gute Ratschläge bei der Abfassung dieser Arbeit.

Schließlich sei allen Mitarbeitern der Wissenschaftlichen Einrichtung 2 (Institut für Veterinär-Physiologie, -Biochemie, -Pharmakologie und -Toxikologie) gedankt, die mich bei allen technischen Arbeiten bereitwillig und gern unterstützten.

Lebenslauf

10.1.1942	geboren in: Berlin Vater: Privat-Dozent und Chefarzt Dr.med. Karl Zuschneid Mutter: Dipl.-Ing. Irina Zuschneid geb. Kaatz
1948	Einschulung in Kolberg/Mark
1950	Übersiedlung nach Berlin
1950 - 1954	Besuch der 2. Grundschule im Bezirk Wedding
1954 - 1961	Besuch des Friedrich-Engels-Gymnasiums in Berlin-Reinickendorf
1961	Abitur
1961 - 1963/64	stud.phil. et rer.nat.
1964 - 1969	stud.med.vet.
Aug. 1969	Tierärztliche Prüfung
Okt. 1969	Bestallung als Tierarzt
Nov. 1969 -	n.v. Fleischbeschautierarzt und
Juli 1972	Praxisvertreter in Berliner Klein- tierpraxen
Juli 1972 bis jetzt	Vertreter einer wissenschaftlichen Assistentenstelle in der Wissen- schaftlichen Einrichtung 2, Fach- richtung Physiologie

